Natural History Museum Library
000233052

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

205.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Tome Dix-septième. Deuxième série.

1859 A 1860.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1860.

GEOLOGICAL DEPARTMENT

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY BRANCH

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Séance du 7 novembre 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

Par suite des présentations faites à la Réunion extraordinaire à Lyon en septembre dernier, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le comte D'ALLEIZETTE DE FERNEX, directeur des postes à Nantua (Ain), présenté par MM. Mérian et Studer;

BILLIET (Francisque), à Lyon, cours Morand, 51 (Rhône), présenté par MM. Fournet et Jourdan;

DRIAN, ingénieur civil à Lyon (Rhône), présenté par MM. Fournet et Jourdan;

SOULIÉ, curé à Vesc (Drôme), présenté par MM. Michelin et Lory;

VAILLANT, à Paris, 22, rue Saint-André-des-Arts, présenté par MM. Danglure et Jourdan.

Le Président annonce ensuite cinq présentations.

Le Président fait connaître à la Société que le traité conclu avec les éditeurs Gide et Baudry, pour la publication des *Mémoires*, étant expiré, le Conseil a pris les résolutions suivantes :

Art. I. La publication des *Mémoires* sera continuée sous la forme in-4° et par demi-volume annuel.

Art. II. La Société se charge de la publication des *Mémoires*.

Art. III. La moitié des exemplaires sera vendue par mémoires isolés; pour l'autre moitié, les mémoires seront brochés en demi-volumes.

Art. IV. Le chiffre du tirage total est fixé, au minimum, à *trois cent cinquante* exemplaires.

Art. V. Les auteurs auront droit à *vingt* exemplaires gratuits. Il n'y aura plus de tirage à part.

Art. VI. Les auteurs auront le droit d'acheter, avant toute autre personne, *vingt* exemplaires de leurs mémoires; ils devront en faire la demande au moment de la publication.

Art. VII. Les mémoires isolés auront une pagination spéciale et conserveront la pagination du volume comme par le passé.

Art. VIII. Le prix des mémoires isolés sera fixé par le Conseil.

Ces dispositions ont pour but de rendre la publication des *Mémoires* plus rapide et moins onéreuse pour la Société aussi bien que pour les auteurs. Chaque mémoire, dès qu'il sera imprimé, paraîtra sans qu'on attende, comme par le passé, que le demi-volume soit achevé. Les auteurs recevront vingt exemplaires gratuits au lieu de dix, et pourront en acquérir autant qu'ils le voudront à un prix moindre que celui des tirages à part, tel qu'il était établi dans l'ancien traité.

Le premier mémoire, publié d'après le nouveau mode, paraîtra très probablement en janvier. Ce mémoire, relatif à l'infra-lias de Bourgogne, est accompagné de huit planches de fossiles. L'auteur est M. Martin, de Dijon.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, juin à octobre 1859.

De la part de M. le Ministre de l'Algérie et des Colonies, *Cartes géologiques des provinces d'Oran et d'Alger*, par M. Ville, 4 feuilles, *sur la carte de l'état-major publiée par le Dépôt de la guerre en* 1856.

De la part de M. Binkhorst van den Binkhorst, *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg, et plus spécialement de la craie tuffeau*, 1re partie, in-8, 272 p., 1 carte et 5 pl. Maestricht, 1859; chez van Osch America, etc.

De la part de M. J. Capellini, *Catalogue des Oscabrions de la Méditerranée* (extr. du *Journal de conchyliologie*), in-8, 8 p., 1 pl. Paris.....

De la part de MM. Cotteau et Triger, *Échinides du département de la Sarthe*, 4e livraison, in-8, 1859.

De la part de M. Charles Des Moulins, *Résumé d'une publication de M. E.-A. Carrière, intitulée : Les hommes et les choses en* 1857 (extr. des *Actes de l'Acad. de Bordeaux*, 20e année, 4e trimestre), in-8, 37 p. Bordeaux, 1759 ; chez G. Gounouilhou.

De la part de M. Jules Desnoyers, *Sur des empreintes de pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris et particulièrement de la vallée de Montmorency* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVI, p. 936, séance du 4 juillet 1859), in-8, p. 936-944.

De la part de M. J. Dorlhac, *Note sur les dépôts houillers de Brassac et de Langeac* (*Haute-Loire*), etc., in-8, 16 p., 1 pl.....

De la part de M. Th. Ébray, *Études géologiques sur le département de la Nièvre*, in-8, 3e, 4e et 5e fascicules. Paris, 1859 ; chez J.-B. Baillière et fils.

De la part de M. Albert Gaudry, *Contemporanéité de l'espèce humaine et de diverses espèces animales aujourd'hui éteintes* (extr. de l'*Institut*, n° 1344, 5 octobre 1859), in-8, 8 p.....

De la part de M. Hébert :

1° *Observations sur les phénomènes qui se sont passés à la séparation des périodes géologiques*, in-8, p. 596-605.

2° *Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans les départements du Gard et de l'Hérault*, in-8, p. 905-918.

(Ces deux notes sont extraites du *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XVI, 1859.)

3° *Rapport fait à la section des sciences du Comité des Sociétés savantes, le* 22 *déc.* 1858, *sur les mém. contenus dans le* 2e *volume des Mémoires de la Société d'émulation du département du Doubs* (3e série), 1857, in-8, 16 p.

4° *Rapport à la même section, le* 21 *février* 1859, *sur les*

mémoires de géologie publiés dans le t. VIII des Annales de la Soc. imp. d'agric. de Lyon (2e série, 1856), in-8, 7 p.

5° *Rapports à la même section, le* 16 *mai* 1859, *sur le t. XI du Bulletin de la Société archéologique, etc., de Soissons*, in-8, 10 p.

(Ces trois notes extraites de la *Revue des Soc. sav.*, 1859).

De la part de M. J.-M. Jaubert, *Matériaux pour la géologie du Var* (extr. du *Bull. de la Soc. d'études scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan*), in-4, 72 p., 1 pl. Draguignan, 1859 ; chez P. Gimbert.

De la part de M. G. Jenzsch, *Ueber des Herrn prof. Dr Geinitz Bemerkungen zu meiner Abhandlung, die Verbreitung des Melaphyrs und Sanidinquarzporphyrs in der Gegend von Zwickau*, in-8, p. 439-445.

De la part de M. Lockhart, *Description du dépôt d'ossements fossiles de Montabuzard, commune d'Ingré* (*Loiret*), in-8, 8 p. Orléans, 1859 ; chez Pagnerre.

De la part de M. W.-E. Logan, *Geological Survey of Canada. — Report of progress for the years* 1853-54-55-56, *and* 1857, 2 vol. in-8. Toronto, 1857 et 1858.

De la part de M. Hardouin Michelin, *Note descriptive de quelques espèces nouvelles d'Échinides, famille des Clypéastroïdes, tribu des Laganides* (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, 1859, n° 9), in-8, 8 p., 2 pl.

De la part de sir Roderick I. Murchison, *Address at the anniversary meeting of the royal geographical Society*, 23 *mars* 1859, in-8, 132 p. London, 1859 ; chez W. Clowes and sons.

De la part de M. Casiano de Prado, *De la fosforita y otras sustancias minerales fosfatadas*, in-8, 28 p. Madrid, 1857.

De la part de M. J. Prestwich :

1° *Antiquités antédiluviennes récemment trouvées en France et en Angleterre* (extr. de la *Soc. imp. d'émulation d'Abbeville*, séance du 23 juin 1859), in-8, 7 p.

2° *On the occurrence of Flint-implements, associated with the remains of extinct mammalia, in indisturbed Beds of a late geological period* (from the *Proceedings of the royal Society for May* 26 1859), in-8, 10 p.

De la part de M. Meillet, *Une excursion minéralogique en Limousin* (*Rapport fait à la Soc. d'agric., sc., etc., de la Vienne, dans les séances des* 9 *nov. et* 7 *déc.* 1858), in-8, 23 p. Poitiers, 1858; chez N. Bernard.

De la part de MM. C.-T. Gaudin et marquis C. Strozzi :

1° *Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane*, in-4, 47 p., 13 pl. Zurich, 1858; chez Zurcher et Furrer.

2° *Contribution à la flore fossile italienne.* — 2e *mémoire. Val d'Arno*, in-4, 59 p., 10 pl. Zurich, 1859.—3e *mémoire. Massa maritima*, in-4, 19 p. Zurich, 1859; chez Zurcher et Furrer.

De la part de M. J. Vaust, *Sur les terrains primaires d'Aix-la-Chapelle et leurs rapports avec ceux de la Belgique, d'après M. Ferd. Roemer*, in-8, 16 p. 1 pl. (extr. de la *Revue universelle*, juillet 1859). Liége; chez J. Desoer.

De la part de M. Wrottesley, *Address delivered at the anniversary meeting of the royal Society, on tuesday, nov.* 30, 1858, in-8, 26 p. London, 1858; chez Taylor and Francis.

De la part de M. Fr. de Hauer :

1° *Ueber die Eocengebilde in Erzherzogthume Oesterreich und in Salzburg*, in-4, 35 p.

2° *Erläuterungen zu einer geologischen Uebersicht-Karte der Schichtgebirge der Lombardie*, in-4, 52 p., 1 carte.

(Ces deux notes sont extraites de *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, 1858.)

De la part de M. Karl Kreil :

1° *Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, in-4. Wien, 1858.

2° *Anleitung zu den magnetischen Beobachtungen* (2e édit.), in-8, 216 p. Wien, 1858.

De la part de M. Alb. Oppel, *Die neueren Untersuchungen über die Zone der* Avicula contorta *mit besonderer Berucksichtigung der Beobachtungen M. Martin's über das Auftreten dieser Zone im dep. Côte-d'Or*, in-8, 11 p. Munich, 20 avril 1859.

De la part de M. Ferd. de Richthofen, *Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr* (*Aus dem*

XXXIV Bande, S. 367, *des Jahrg.* 1859 *der Sitzungsber. math.-nat. Classe der K. Akad. der Wissensch. in Wien*), in-8, 70 p.

De la part de M. de Zepharovich, *Ueber die Krystallformen des Epidot* (*Aus dem XXXIV Bande, S.* 480, *des Jahrg.* 1859 *der Sitzungsber. der math.-nat. Classe der K. Akad. der Wissensch. in Wien*), in-8, 22 p., 2 pl.

De la part de MM. les professeurs G. Campani et C. Toscani, *Sui terremoti avvenuti in Siena nell' Aprile del* 1859 *e nei tempi precedenti*, in-8, 22 p. Pise, 1859 ; chez Pieraccini.

De la part de M. L. Cangiano, *Sull' attuale condizione delle acque pubbliche potabili della Città di Napoli e sui mezzi di migliorla*, in-8, 51 p. Naples, 1859 ; chez Fibreno.

De la part de M. Dana, *Seventh Supplement to Mineralogy* (from the *American Journ. of science and arts*, vol. XXVIII, july 1859), in-8, p. 128-144.

De la part de M. le major R. Lachlan, *A paper and resolutions in advocacy of the establishment of a uniform system of meteorological observations throughout the whole American continent*, in-8, 14 p. Cincinnati, O., 1859 ; chez Ongley et Shain.

De la part de M. Isaac Lea :

1° *Descriptions of twenty-seven new species of Unions, from Georgia* (from the *Proc. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia*, 1857 et 1858), in-8, 26 p.

2° *Observations on the genus Unio, together with descriptions of new species, their soft parts and embryonic forms, in the family Unionidæ*, in-4, 97 p., 16 pl. Philadelphia.....

De la part de M. W. Parker Foulke, *Account of the remains of a fossil extinct reptile recently discovered at Haddonfield, New-Jersey* (from the *Proc. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia, dec.* 1858), in-8, 16 p., 1 pl.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1859, 1er semestre, t. XLIX, nos 1 à 18.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. VI, 1858, *Bulletin des séances*, f. 25-35 ; — t. VII, 1859, *Bulletin des séances*, f. 1-6.

Annales des mines, 5e série, t. XIV, 6e livraison de 1858; t. XV, 1re livraison de 1859.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XVII, nos 101 à 105, mai à septembre 1859.

Société imp. et centrale d'agriculture, Bulletin des séances, 2e série, t. XIV, nos 4 à 6.

L'Institut, nos 1331 à 1348, 1859.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 12e année, nos 127 à 130, juillet à octobre 1859.

Mémoires de la Société d'agriculture, etc., du département de l'Aube, IIIe et IVe trim., 1858; Ier et IIe trim., 1859.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'agricult., etc., dans l'arrondissement de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 1re année, nos 1 et 2, août et septembre 1859.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, 3e série, t. IV, n° 8, août 1859.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 148.

Société académique des Hautes-Pyrénées, 5e année, 1857-1858, *Bulletin* n° 2, janvier à novembre 1858.

Bulletin de la Société de l'industrie minér. (Saint-Étienne), t. IV, 3e et 4e livr., janvier à juin 1859.

Société académique des sciences, arts, etc., de Saint-Quentin (Aisne), 3e série, t. I. Travaux de 1855 à 1857.

Mémoires de l'Académie imp. des sciences, etc., de Toulouse, 5e série, t. III.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. X, 1er cahier, 1858.

Soc. imp. d'agricult., sc., etc., de Valenciennes. — Revue agric., etc., t. X, nos 10 à 12, avril à juin 1859; t. XI, nos 1 et 2, juillet et août 1859.

Annuaire de l'Institut des provinces, etc., 2e sér., 1er vol. XIe de la collect., 1859.

15e *année. — Résumé des observations recueillies en* 1858 *dans le bassin de la Saône par les soins de la Commission hydrométrique de Lyon.....*

Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique, t. XXIV, 1856-1858; t. XXXI, in-4.

Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique, t. VIII, in-8.

Bulletins de l'Acad. roy. des sciences, etc., de Belgique, 2e série, t. IV et V, 1858 ; t. VI, 1859.

Tables générales et analytiques du Recueil des Bulletins de l'Académie roy. des sciences, etc., de Belgique, 1re série, t. I à XXIII (1832 à 1856), in-8, 1858.

Annuaire de l'Académie roy. des sciences, etc., de Belgique, 25e année, 1859, in-18.

Bulletin de la Société paléontologique de Belgique, t. I, f. 1 à 4. Anvers, 1859 ; in-8.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. VI, *Bulletin* n° 44. Lausanne, juin 1859 ; in-8.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Zweiter Theil; zw und dritt. Heft. Basel, 1859.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, for 1858, vol. 148, part. I et II.

The royal Society, 30th november 1858.

Proceedings of the royal Society, vol. IX, nos 32 à 34, vol. X, nos 35 et 36.

The quarterly Journal of the geological Society of London, vol. XV, août 1859, n° 59.

The Athenæum, nos 1654 à 1671, 1859.

Report of the 28th *meeting of the British association for the advancement of science; held at Leeds in sept.* 1858, in-8.

Annual report of the general Director of the geological Survey of the United Kingdom, in-8, 24 p., 3 pl. Londres, 31 décembre 1858 ; chez G.-E. Eyre and W. Spottiswoode.

The Atlantis, n° IV, july 1859.

The natural history Review, vol. VI, nos I à III, janvier à juillet 1859. Londres, in-8.

Proceedings of the Dublin University's zoological and botanical Association, vol. I, part. I, july 1858 ; part. II, july 1859.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Classe, vol. XIV, XV et XVI.

Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Classe, t. XXIV à XXVII, nos 5 à 10, mai à décembre 1857; t. XXVIII à XXXIII, nos 1 à 29, janvier à

décembre 1858; t. XXXIV à XXXV, nos 1 à 9, janvier à mars 1859.

Monastbericht der K. Preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, juillet à décembre 1858.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt, octobre à décembre 1858.

Neues Jahrbuch, etc., de Leonhard et Bronn, 1859, 3e et 4e cahiers.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, t. X, 4e cahier, août à septembre 1858; t. XI, 1er cahier, novembre et décembre 1858, et janvier 1859.

Wurtembergische naturw. Jahreshefte, 1859, 3e cahier.

Revista minera, t. X, nos 219 à 227, juillet à nov. 1859.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. IX, n° 7, octobre 1859.

Censo de la poblacion de Espana secun el recuento verificado en 21 *de mayo de* 1857 *por la Comision de estadistica general del reino*, in-folio, 867 p. Madrid, imprenta nacional, 1858.

Nomenclator de los pueblos de Espana, in-folio, 999 p. Madrid, imprenta nacional, 1858.

The American Journal of science and arts, by Silliman, vol. XXVIII, septembre 1859, n° 83.

Journal of the American geographical and statistical Society, vol. I, nos 1 à 3, janvier à mars 1859, in-4, New-York.

Memoirs of the American Academy of arts and sciences, nouv. série, vol. VI, 2e part., in-4. Cambridge et Boston, 1858.

Proceedings of the American Academy of arts and sciences, vol. IV, f. 12 à 31, in-8.

Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia, nouv. série, vol. IV, 1re part., in-fol. Philadelphie, décembre 1858.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia, 1858, f. 10 à 19.

Smithsonian Contributions to knowledge, vol. X. Washington, 1858.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian

Institution for the year 1857, in-8, 438 p. Washington, 1858.

The Canadian Journal of industry, science and art, nouv. série, n°s XXI à XXIII, mai, juillet et septembre 1859.

The Canadian naturalist and geologist and proceedings of the natural history Society of Montreal, vol. IV, n°s 3 et 4, juin et août 1859.

Report of the Commissioner of patents for the year 1856. *Agriculture*, in-8, 536 p. Washington, 1857.

Reports of explorations and surveys to ascertain the most practicable and economical route for a railroad from the Mississipi river to the Pacific ocean, 1853-6, vol. IX, in-4. Washington, 1858.

Defence of Dr Gould by the scientific Council of the Dudley observatory, in-8, 93 p. Albany, 1859.

*Reply to the statement of the trustees of the Dudley observatory, by Benj. Apthorp Gould, j^r^*, in-8, 366 p. Albany, 1859.

M. d'Archiac présente trois mémoires de M. Gaudin et de M. le marquis Carlo Strozzi. Il rappelle, en rendant justice à ces travaux, un mémoire très complet fait il y a vingt-cinq ans par M. Bertrand Geslin sur la région du val d'Arno dont s'occupent ces auteurs. MM. Gaudin et Strozzi croient que le soulèvement des Apennins est très récent.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture de la lettre suivante de M. Capellini :

Paris, 15 septembre 1859.

Monsieur le Président,

En adressant à la Société de la part de M. Strozzi une note publiée par lui et M. Gaudin sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane, je crois devoir vous éclairer sur quelques points où il est question de recherches faites par moi.

En effet, pour la localité de Sarzanello dans la vallée de la Magra, j'ai continué mes recherches pendant et après l'impression du mémoire de MM. Gaudin et Strozzi, et je suis parvenu à découvrir une espèce qui jusqu'à présent a été trouvée seulement dans le miocène inférieur.

D'après cette découverte, d'après les restes de mollusques, et

aussi d'après les observations stratigraphiques, j'ai cru devoir persister dans mon opinion quant à l'âge des lignites de Sarzanello. A mon avis, ces lignites seraient un peu plus anciens que ne le pense M. Gaudin; je l'ai annoncé dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences de Turin.

Agréez etc.

M. Delesse lit la lettre suivante de M. Nicklès :

Nancy, 15 octobre 1859.

Dans le travail que M. Daubrée vient de publier sur les sources de Plombières (t. XVI de votre *Bulletin*), il est question de certaines de mes recherches se rattachant au même sujet, recherches qui ont eu sur certains points des devanciers, ainsi que M. Daubrée le rappelle. Je connais ces détails par ce savant lui-même et je le remercie de m'avoir fourni l'occasion de donner un mot d'explication sur ce que l'on pourrait considérer comme un plagiat.

D'abord, en ce qui concerne la saponite (*Bulletin*, p. 567), je dirai que ce minéral m'a été remis par M. Jutier, ainsi que je l'indique dans ma note (1), et que, de plus, cet ingénieur me l'a donné comme nouveau et inédit. Ce n'est que plus tard, après l'analyse faite, que je l'ai trouvé mentionné dans Dom Calmet, etc. Je ne connais les résultats obtenus par M. Berthier que par ce qu'en disent Dufrénoy (2) et M. Dana (3), et je cite M. Berthier d'après ces documents. Quant aux résultats publiés par MM. Henry et L'héritier, ils diffèrent tellement des miens qu'il est impossible de conclure à l'identité des deux minéraux. En effet, j'ai trouvé dans le minéral sec 64,47 pour 100 de silice, quand ces chimistes (4) n'en indiquent que 30 pour 100.

A la page 575 de son mémoire, M. Daubrée rappelle la priorité des mêmes savants au sujet de la découverte de la présence du fluor dans l'eau minérale de Plombières. Bien que j'ignorasse ce fait, lors de la publication de mon travail, j'accorde de tout cœur la priorité demandée. Qu'on me permette cependant de faire une remarque : les recherches de MM. Henry et L'héritier sont

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XLVIII, p. 695.
(2) *Traité de minéralogie*, t. III, p. 266.
(3) Dana, *Mineralogy*, 4e édit., p. 251.
(4) *Journal de pharmacie et de chimie* (1855), t. XXVIII, p. 418.

de 1855 ; elles ont été faites à une époque où l'on ne savait pas encore :

1° Que l'acide sulfurique, même pur, peut renfermer de l'acide fluorhydrique (1).

2° Que la vapeur d'eau peut elle-même ronger la lame de verre (2).

Ensuite ces chimistes ne signalent le fait que sous forme de doute. Ainsi, dans le tableau (3) qui résume la composition de la source *du Crucifix* (p. 406), ils indiquent la présence du fluor par ?; dans la source *ferrugineuse* (p. 422), ils disent du fluor « *présumé par analogie.* » Enfin, dans le tableau général de la composition de toutes les sources, ils disent dans chaque colonne « indices douteux » ou tout simplement ??.

Ces traces douteuses de fluor reparaissent dans les conclusions, p. 435, n° 16; ils disent « que si le fluor n'est signalé que sous forme de doute, ce doute se trouve fortifié par l'abondance de la chaux fluatée dans les roches que traversent les eaux. » Bien que le doute ne vaille pas la certitude fondée sur une démonstration positive, je ne m'en tiens pas moins à la déclaration faite plus haut et me hâte de rectifier une erreur dont, à mon grand regret, j'ai été le propagateur involontaire.

Dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLVI, p. 1149, j'annonce la découverte faite, dans le bassin de Plombières, d'un gisement de spath fluor, en relation avec les sources minérales. J'y attribue cette découverte à M. Jutier sur la foi de ce qu'il m'en avait dit. Or, MM. Henry et L'héritier en parlent déjà dans leur travail, et d'ailleurs le fait a été signalé dès l'année 1838 par M. Puton dans ses *Métamorphoses des roches des Vosges* (p. 37).

M. Delesse communique l'extrait suivant d'une lettre qu'il a reçue de M. B. Clarke, résidant à Sidney, Nouvelle-Galles du Sud (Australie) :

Saint-Leonhard, près Sidney, 13 septembre 1859.

Je me suis occupé pendant cette campagne de l'étude de nos

---

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XLV.
(2) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XLIV, p. 679.
(3) *Journal de pharmacie et de chimie*, t. XXVIII.

collections et il me paraît maintenant bien certain que nous avons les terrains suivants :

Le tertiaire avec ses trois époques distinctes ;

Le carbonifère ;

Le silurien avec ses deux étages.

Le devonien et le permien sont probables sur quelques points, mais peu distincts. Il y a aussi quelques indices de crétacé. Quant au jurassique, il n'a pas encore été reconnu et j'ai constaté que les plantes fossiles rapportées à ce terrain sont accompagnées de mollusques qui appartiennent incontestablement au calcaire carbonifère (*mountain limestone*).

Les filons de quartz sont en nombre infini et ils sont en connexion avec les sources de l'or.

M. Albert Gaudry dépose sur le Bureau divers échantillons provenant de fouilles qu'il a faites récemment en Picardie, et il s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à la Société un exemplaire d'une note que j'ai lue dernièrement à l'Académie. Cette note a pour objet le compte rendu de fouilles que j'ai entreprises aux environs d'Amiens, pour découvrir dans le diluvium les haches taillées de main d'homme qui ont été signalées par MM. Boucher de Perthes, Rigollot et Prestwich. J'ai trouvé personnellement neuf haches parfaitement en place dans le diluvium. Au milieu du banc où j'ai rencontré ces haches et presque en contact avec elles, j'ai recueilli quelques ossements d'animaux fossiles. Je ne répéterai pas à la Société les détails que j'ai donnés à l'Académie ; j'ai cru seulement devoir lui communiquer mes échantillons de haches et d'ossements ; je présente aussi de petites boules rondes percées d'un trou, qui ont été regardées par M. Rigollot comme des grains de colliers ayant appartenu à des sauvages ; les boules que j'ai recueillies ne portent pas comme les haches l'indice d'un travail humain.

M. d'Archiac demande à M. Gaudry si les haches qu'il a recueillies étaient placées horizontalement et très rapprochées les unes des autres.

M. Gaudry répond que ces haches n'étaient pas toutes horizontales ; quelques-unes étaient inclinées ; la plupart étaient très rapprochées les unes des autres.

M. Desnoyers a fait faire aussi quelques fouilles après M. Gaudry. Il a constaté que plusieurs haches ont été faites avec des cailloux qui avaient déjà été roulés; il y en a d'une conservation très parfaite. Le dépôt où se trouvent les haches paraît fluviatile à M. Desnoyers; il contient des Ancyles, des Cyclades, des Paludines, des Limnées. Il n'est donc pas dû à un phénomène violent. Les sables renfermant ces coquilles et les graviers contenant les haches sont en alternance.

M. d'Orbigny signale que sur le chemin de fer de Paris à Vincennes, on voit depuis Bicêtre jusqu'à Vincennes, au-dessous du loess, un sable calcarifère pétri de coquilles fluviatiles et au-dessous du gravier diluvien erratique. A Joinville, on observe une grande abondance de ces coquilles fluviatiles, et elles pénètrent si profondément le diluvium erratique inférieur qu'il est disposé à admettre un remaniement.

M. Desnoyers fait remarquer que les haches se trouvent au confluent des petits cours d'eau qui se jettent dans la Somme; il invoque ce fait à l'appui de l'origine fluviatile des dépôts où ils sont recueillis. Il ajoute que les ossements des mammifères sont tout à fait roulés, mais que les haches ne le sont pas.

M. Jourdan demande à M. Gaudry si les ossements d'Éléphants qui ont été rencontrés dans le diluvium d'Amiens étaient roulés; il a trouvé des ossements dans les terrains de transport du Rhône, sans admettre la contemporanéité de ces ossements avec le phénomène du transport.

M. Gaudry répond que plusieurs des ossements recueillis dans le diluvium de Picardie paraissent peu roulés.

M. Hébert dit qu'il résulte, pour lui, des observations qu'il a faites en 1854 à Amiens et Abbeville, que les assises dans lesquelles MM. Prestwich, Gaudry, Desnoyers, etc., viennent de trouver des silex taillés, et où MM. Boucher de Perthes et Rigollot ont recueilli un nombre si prodigieux (plus de mille) de ces débris de l'industrie humaine, sont très certainement quaternaires; que ces assises sont bien celles dans lesquelles on trouve les ossements d'*elephas primigenius* et de *rhinoceros tichorhinus;* qu'elles n'ont point été remaniées postérieureure-

ment; qu'elles sont recouvertes par un diluvium argileux rougeâtre, avec silex brisés et en général non roulés, identique de tous points avec le diluvium rouge des environs de Paris; que le loess ou terre à briques, est superposé à tout le système, et qu'il est tout à fait impossible d'admettre que les silex taillés aient pu être introduits dans leur position actuelle postérieurement au dépôt de ces deux dernières assises. Pour cette dernière conclusion, qui est la plus importante, l'opinion de MM. Lyell et Prestwich est tout à fait conforme à la sienne. Sans doute les silex taillés ne sont point roulés comme ceux du diluvium à ossements qui les entoure. Peut-être dans la présence de ces nombreux objets accumulés en certains points et non dispersés, comme aussi dans cette multitude de coquilles si fragiles et cependant souvent si intactes, qui les accompagnent, qui occupent les mêmes positions aux environs de Paris, et y forment un dépôt presque lacustre, souvent marneux, où Duval a trouvé, il y a un certain nombre d'années, les restes de tant de petits animaux, y aura-t-il lieu de voir une époque de tranquillité postérieure à celle du diluvium gris à cailloux roulés. Mais dans tous les cas la position invariable des silex taillés, au-dessous du double manteau formé du diluvium rouge et du loess, démontre sans aucun doute possible que les circonstances auxquelles ils sont dus ont précédé les époques qui ont vu se déposer les deux dernières assises. Si donc l'on admet avec M. d'Archiac, auquel on doit (1) sur la période quaternaire les aperçus généraux les plus justes et les plus dignes de considération, que le loess de tout le nord de l'Europe est le résultat d'un grand phénomène général, indépendant des centres particuliers d'où ont divergé les traînées de cailloux roulés à ossements d'éléphants, comme il est aujourd'hui démontré que la plus grande extension des glaciers des Alpes est postérieure au loess, que les tourbières anciennes sont encore plus récentes, on arrivera forcément à cette conclusion que l'existence de l'homme dans le nord de la France doit être reportée à une époque déjà fort ancienne de la période quaternaire.

---

(1) *Hist. des progrès de la géologie*, t. II. — *Terrain qnaternaire.*

M. Lory fait la communication suivante :

Note sur un gisement de calcaire cristallin traversé par des filons de pegmatite, à Montoir (Loire-Inférieure); par M. Ch. Lory.

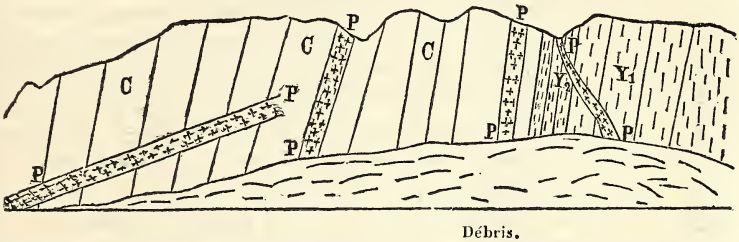
J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société des échantillons d'un gisement remarquable situé sur la commune de Montoir (Loire-inférieure) et dont je dois la connaissance à notre confrère M. le baron Bertrand-Geslin.

Le sol qui s'élève en pente douce au nord du bourg de Montoir, vers la chapelle de Saint-Malo, est formé de gneiss passant au leptynite et un peu plus loin à un granite commun, tendre, à grains moyens, exploité dans plusieurs carrières. Dans ce terrain de gneiss et de leptynite on aperçoit en plusieurs points des affleurements de calcaire cristallin grisâtre, qui y forme de petites couches intercalées. L'affleurement le plus important est au lieu dit *la Pâquelais*, et il se trouve mis à découvert dans une carrière où l'on a exploité ce calcaire comme pierre de taille et comme pierre à chaux. C'est un calcaire saccharoïde, d'un gris bleuâtre, rempli de petits grains de quartz, de paillettes de mica et de lamelles d'un silicate verdâtre. Il est très régulièrement stratifié, en couches à peu près verticales ou formant dans leur ensemble les deux nappes d'un pli très aigu, dont le sommet serait en haut : l'épaisseur totale de ces couches est d'au moins 20 mètres ; leur direction est à peu près N.-S. Du côté de l'E., on ne voit pas bien la nature des roches qui forment l'encaissement de cette masse calcaire ; à l'O., à l'entrée de la carrière, le calcaire a pour toit un leptynite gneissique, avec grenats, nettement stratifié, en couches minces, et passant insensiblement à un granite tendre, exploité dans une carrière au N.-O. de celle-ci, à moins de 100 mètres de distance.

Mais l'intérêt principal que présente l'étude de cette carrière ouverte dans le calcaire cristallin consiste en ce que ce calcaire est traversé par des filons nombreux d'une *pegmatite* à grandes parties, formée de feldspath rose-pâle, lamelleux, et de quartz gris amorphe, avec très peu d'un mica verdâtre, sans éclat. Ces filons sont généralement d'épaisseur peu régulière, variant entre 2 et 8 décimètres. Les uns sont parallèles aux couches du calcaire, d'autres les coupent obliquement, d'autres enfin perpendiculairement, de l'est à l'ouest; leurs inclinaisons sont aussi très diverses. Il est évident que la matière de ces filons a cristallisé librement dans des fentes qui divisaient la masse calcaire, dans la

situation où nous la voyons aujourd'hui. On ne remarque d'ailleurs, aux salbandes des filons, aucune différence notable dans la structure du feldspath et aucune altération du calcaire en contact. — Le croquis ci-dessous représente la disposition observée sur un des côtés de la carrière.

Aspect d'une partie de la carrière de la Pâquelais, près Montoir, (Loire-inférieure).



C, calcaire cristallin ; Y^2, leptynite gneissique très micacé ; Y^1, *idem* moins micacé, avec grenats ; P, filons de pegmatite.

M. Delesse demande s'il y a des variations dans l'épaisseur de ces filons.

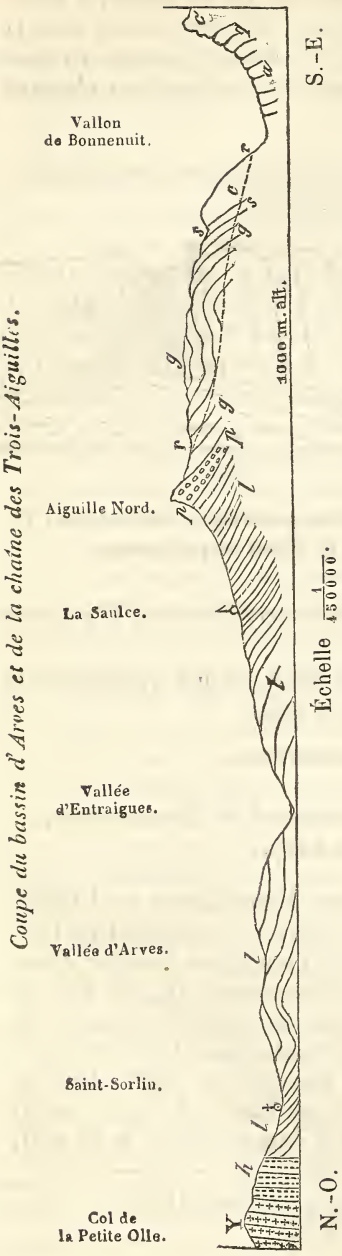
M. Lory répond qu'il n'y en a point, et que quelquefois le clivage du feldspath traverse tout le filon.

M. Lory fait la communication suivante :

Note sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais ;
par M. Ch. Lory.

A la suite de quelques remarques bienveillantes sur les divisions adoptées dans ma *Carte géologique du Dauphiné* et particulièrement sur le vague dans lequel j'ai cru devoir laisser la classification des grès à anthracite du Briançonnais (1), M. Élie de Beaumont m'engageait dernièrement à revoir la coupe de la chaîne des Aiguilles d'Arves, entre Saint-Jean-d'Arves et Bonnenuit (Maurienne), coupe décrite par lui, en 1828, dans un mémoire à la précision duquel, je me hâte de le dire, il serait difficile de rien ajouter (2). J'ai fait cette excursion, le 19 août,

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 1er août 1859.
(2) *Ann. des sc. nat.*, 1re sér., t. XV.



en compagnie d'un géologue distingué de Chambéry, M. L. Pillet, et nous avons vérifié de point en point la succession d'étages indiquée dans ce mémoire. Pour faciliter cette vérification à d'autres, dans un pays rarement exploré, je donnerai ici une coupe approximative du bassin d'Arves et de la chaîne des Trois-Aiguilles. Cette coupe est faite du N.-O. au S.-E., un peu obliquement à la direction des couches, qui est comprise entre le N. et le N.-N.-E.

Y, terrain primitif, gneiss micacé très feldspathique, formant le col de la Petite-Olle (appelé dans le pays col de la Croix-de-Fer); ce gneiss, dirigé N. 8° E., est le prolongement de celui qui forme les cimes de la chaîne des Grandes-Rousses; le col est situé à l'extrémité N. de cette chaîne.

h, grès quartzeux plus ou moins micacés, entremêlés de conglomérats grossiers, et aussi de couches schisteuses noires, dans lesquelles j'ai aperçu une empreinte de fougère. Ces grès, comme le fait observer M. Élie de Beaumont, sont très probablement le prolongement de ceux du Mont-de-Lans, qui se montrent, des deux côtés de la gorge de la Romanche, intercalés d'une manière si curieuse dans les replis des terrains primitifs. Comme ces grès de l'Oisans, comme les grès à anthracite de la Mure et autres points du département de l'Isère, ils me paraissent être indépen-

dants du lias et offrir tous les caractères du terrain houiller proprement dit.

L'épaisseur totale de ce système de grès est d'environ 300 mètres ; on y remarque des couches de quartzite et une assise puissante de roches pétro-siliceuses verdâtres.

Sur ces grès s'appuie une immense série, *l*, de schistes argilo-calcaires noirs, entremêlés d'assises calcaires plus compactes et d'autres assises de schistes argileux où l'élément calcaire disparaît presque complétement. Depuis les premières cultures que l'on rencontre en descendant du col à Saint-Sorlin, jusqu'au pied des escarpements des Aiguilles d'Arves, ce terrain présente une longue suite d'assises, dans plusieurs desquelles M. Élie de Beaumont a signalé des Bélemnites et des Ammonites caractéristiques du lias ; il ne peut donc, je crois, rester aucun doute sur le classement de ce terrain.

Les assises inférieures et moyennes, de Saint-Sorlin à Entraigues et d'Entraigues aux chalets de la Saulce, sont composées principalement de schistes argilo-calcaires et de calcaires noirs, compactes, avec Bélemnites. Les prolongements méridionaux de ces couches forment les cols des Berches et de l'Infernet, les pâturages de Clavans, de Besse, de la Grave et du Villard-d'Arène. Au-dessus de Saint-Jean-d'Arves, les parties moyennes de cette série renferment de grands amas de gypse. Les couches se prolongent au N. vers Saint-Jean-de-Maurienne.

Les assises supérieures, que l'on traverse en montant de la Saulce à l'escarpement de l'Aiguille N., présentent une association intime de schistes argileux ou argilo-calcaires, avec nodules calcaréo-pyriteux et de calcaires gris, plus ou moins cristallins, souvent sableux, coupés par de nombreuses veines blanches de spath et de quartz laiteux. Dans les nodules des schistes on rencontre des Ammonites, parmi lesquelles M. Pillet et moi nous avons reconnu l'*Ammonites heterophyllus*, Sow. ; dans les calcaires gris, sublamellaires, on aperçoit, comme l'a indiqué M. Élie de Beaumont, beaucoup de débris d'Encrines circulaires ou pentagonales, quelques bivalves et aussi des Bélemnites, mais plus rares que dans les assises du vallon d'Entraigues.

Des couches et même de petites assises de grès à grains fins, généralement calcarifères, s'observent à divers niveaux dans cette partie supérieure de la série ; mais ces grès ne paraissent point contenir d'anthracite et nous n'y avons aperçu aucune empreinte végétale. Ils font évidemment partie de la même formation marine que les calcaires et les schistes argileux avec lesquels ils alternent

et dans l'épaisseur desquels ils ne constituent que des accidents insignifiants.

Sur une dernière assise de calcaire noir compacte, entrecoupé de nombreuses veines spathiques, on voit reposer, très clairement et très régulièrement, la masse curieuse de poudingue, *p*, qui forme les Trois-Aiguilles d'Arves. La superposition ne peut laisser aucun doute et se voit aussi nettement que nous le figurons dans notre coupe, lorsque, du pied de l'Aiguille N., on se dirige vers le col des Pics. Ce poudingue, de structure très grossière, forme un amas couché, massif, sans stratification distincte : il est composé de galets parfaitement roulés où l'on distingue « des fragments de » calcaire pétri de corps marins, de granite, de porphyre quartzi- » fère, de schiste verdâtre et de quartz grenu, réunis par un sable » granitique réagglutiné » (M. Élie de Beaumont). Cette composition le distingue essentiellement des poudingues que l'on trouve entre les calcaires inférieurs du lias et les terrains cristallisés, par exemple celui que nous avons vu précédemment associé aux grès *h*, à la descente du col de la Petite-Olle. Ceux-ci ne renferment jamais de débris de granite ou de protogine massive; surtout on n'y trouve point de cailloux calcaires, ou, s'il y en a quelques-uns, ce sont des calcaires magnésiens, sans fossiles. Les galets calcaires du poudingue des Aiguilles, généralement pétris d'Entroques, proviennent très probablement, comme le font pressentir M. Élie de Beaumont et après lui M. Sismonda (1), de certaines couches du lias; et il m'a semblé, d'après leur structure, qu'ils devaient provenir purement et simplement des calcaires gris pétris d'Entroques qui sont dans les assises supérieures, à la base même des Aiguilles.

Le poudingue des Aiguilles d'Arves est donc bien un dépôt *postérieur* aux calcaires qu'il recouvre et composé en partie de débris de ces calcaires. Ce conglomérat ne constitue qu'une formation locale, un amas en forme de grosse lentille, qui s'amincit et disparaît subitement au N. et au S. des Trois-Aiguilles; et alors les calcaires *l* sont recouverts directement par la formation des grès *g* superposée à ce poudingue. C'est ce que l'on voit très nettement en passant sous l'aiguille N. pour gravir le col des Pics et jetant alors les yeux sur l'escarpement qu'on laisse à gauche et en dessous du col.

Les grès *g*, qui constituent le col et sur lesquels on marche ensuite jusque vers le bas du vallon des Pics, en vue de Bonnenuit,

(1) *Mém. de l'Acad. des sc. de Turin*, 2e série, t. XII, 1852.

sont superposés au poudingue *p*, aussi clairement que celui-ci l'est aux calcaires *l*, contenant des Bélemnites et des Ammonites : *ces grès ne peuvent donc pas appartenir à un terrain plus ancien que le lias*. Nous sommes entièrement d'accord, à cet égard, avec l'illustre auteur du mémoire qui nous guide dans ce trajet.

Cette bande de grès, *g*, se dirigeant d'abord au S., puis au S.-E., forme le versant oriental des Trois-Aiguilles d'Arves, les deux versants de la crête que franchit le col de Goléon, et qui sert de frontière jusqu'un peu à l'O. du col du Galibier ; ces grès forment encore tout le vallon de Goléon descendant au S.-E., de la plus méridionale des Trois-Aiguilles (1), le bec de Gravier ou pic de Goléon (3429 mètres), enfin la crête des Trois-Évêchés qui règne au-dessus du Villard d'Arène et vient se terminer brusquement près de l'hospice du Lautaret. Une partie des prairies qui s'étendent au N. de l'hospice est encore sur ces grès, et la branche gauche de la Guisane, venant du revers N.-E. de la crête des Trois-Évêchés, s'y trouve encore encaissée jusqu'à sa réunion avec la branche droite, sur le bord de la route actuelle. (Voir le mémoire de M. Sc. Gras, *Ann. des mines*, t. V, 1854.)

Au nord des Aiguilles d'Arves, ce même étage de grès constitue la crête qui sépare le bassin de l'Arvant d'avec Valloires ; et passant à l'E. des Albiez et de Villargondran, il vient couper la vallée de l'Arc à Villard-Clément.

Depuis la vallée de l'Arc jusqu'au col du Lautaret, la superposition de cette formation de grès au système des schistes argilo-calcaires à Bélemnites paraît se présenter partout dans des conditions identiques ; on peut la vérifier en montant de la Grave au vallon de Goléon ou à la base des escarpements des Trois-Évêchés, comme M. Sc. Gras l'a montré avec beaucoup de détails (*Ann. des mines*, 5e sér., t. V, 1854). Au col du Lautaret, la végétation empêche de constater aussi nettement cette superposition ; cependant elle est assez bien mise en évidence par les travaux du nouveau tracé de la route. Nous avons admis cette superposition

(1) Pour quelques-uns de ces points situés sur le versant savoisien ou sur les hautes crêtes qui forment la frontière, on trouvera quelque désaccord entre ces indications et le tracé de notre carte géologique. N'ayant pas encore exploré toutes ces hauteurs, d'un parcours difficile, nous nous en étions rapporté, pour les parties que nous ne connaissions pas, au mémoire de M. Sc. Gras (*Ann. des mines*, 5e série, t. V) et à la carte jointe à ce mémoire. Les excursions que nous avons faites l'été dernier nous ont prouvé qu'il restait encore beaucoup à faire pour la connaissance complète de ces localités.

comme réelle dans nos notes précédentes (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 23, et t. XVI, p. 31), et toutes nos observations plus récentes tendent à nous confirmer dans cette opinion.

Revenons à la coupe que présentent ces grès *g*, dans le vallon des Pics. La ligne pointillée *rr* indique à peu près la pente du sentier par lequel on descend du col à Bonnenuit. Après avoir éprouvé de nombreux plissements, qui se dessinent d'une manière remarquable sur les deux flancs du vallon, les grès *g* paraissent s'enfoncer régulièrement sous une assise de schistes ardoisiers et de schistes argilo-calcaires *s*, que surmonte une assise de gypse, accompagné de calcaires magnésiens, de cargneules; puis le tout est recouvert par une masse puissante de calcaire compacte *c*, qui plonge à l'E., avec une inclinaison croissante vers le bas, et devient presque vertical en face de Bonnenuit. En le suivant vers le N., on reconnaît aisément que ce calcaire touche à l'O. le bourg de Valloires, vient couper la vallée de l'Arc un peu à l'O. de Saint-Michel et se continue sans interruption avec celui du Perron des Encombres. La belle série de fossiles trouvée dans ce dernier par M. Sismonda ne permet pas de le classer autrement que dans le lias ; il en serait donc de même du calcaire *c* ; et, si les grès *g* sont inférieurs à ce calcaire comme ils sont supérieurs au lias schisteux *l*, ces grès eux-mêmes ne pourront pas être rapportés à un autre terrain que le lias.

Dans cette bande de grès, d'une étendue et d'une puissance si remarquables, je ne sache pas qu'on ait signalé un seul gisement d'empreintes végétales déterminables. Les indices et même les petites veines de charbon qui s'y rencontrent en divers points n'ont aucune importance, et il en existe de pareilles dans les grès de tout âge, par exemple dans les grès nummulitiques. Les seules traces d'empreintes végétales que j'aie aperçues au col des Pics et dans le vallon de Goléon m'ont paru être des fucoïdes et ne rappellent en rien la flore houillère.

Ces grès *g* diffèrent aussi beaucoup par leur aspect d'avec les grès à anthracite de La Mure et de l'Oisans; ils sont généralement d'un grain plus fin, un peu schisteux, souvent calcarifères. On y trouve intercalées, à tous les niveaux, et en abondance plus ou moins grande, des assises de schistes ardoisiers, argileux ou argilo-calcaires ; le vallon des Pics et celui de Goléon en montrent divers exemples. Ces grès renferment même des bancs de calcaire compacte, pur ou magnésien, comme on le voit en montant du vallon au col de Goléon. Si l'on cherchait à comparer ces grès à d'autres groupes de roches analogues de la même contrée, on

trouverait qu'ils offrent des ressemblances frappantes avec les grès nummulitiques, si développés un peu plus au midi.

L'autre côté du vallon de Bonnenuit montre une suite d'étages dont les caractères sont bien tranchés : d'abord un étage de *grès à anthracite*, *a*, contenant des couches exploitables et de nombreuses empreintes végétales, qui rappellent immédiatement la flore caractéristique du terrain houiller. Ces grès sont le prolongement immédiat de ceux du Chardonnet et ils se continuent sans interruption, d'une part, avec ceux de Briançon, d'autre part, avec ceux de Saint-Michel et du col des Encombres. Au-dessus des grès charbonneux vient une assez grande épaisseur de grès et de poudingues bigarrés, blancs, rougeâtres ou verdâtres, et une grande assise de quartzistes, *q*. Enfin le tout est surmonté d'une puissante masse de calcaire compacte, *c'*.

Cette série, grès à anthracite, grès blancs et quartzistes, calcaires compactes, est, comme nous l'avons établi précédemment (*Bull.*, 2e sér., t. XV et XVI), celle que l'on trouve dans toute la région anthracifère du Briançonnais. Au premier abord, les grès *a* semblent reposer sur les calcaires compactes *c* de l'autre côté du vallon et constituer un étage supérieur à ces calcaires. C'est ce qu'ont admis M. Élie de Beaumont et, après lui, MM. Sismonda et Sc. Gras. Mais sur d'autres points de cette même ligne de contact, par exemple à Valloires, il me paraît évident qu'il y a entre eux faille et non pas superposition régulière; ailleurs, comme dans le vallon de la Ponsonnière, une zone de grès blancs et de quartzistes paraît entre le calcaire *c* et les grès charbonneux *a*, et tout semble annoncer, comme j'ai essayé de le prouver (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 28), que la superposition des grès au calcaire est l'effet d'un renversement. Ce renversement est également admis par M. Favre pour le col des Encombres.

Il résulterait de là que si le poudingue *p* des Aiguilles d'Arves et les grès *g* qui le recouvrent sont certainement supérieurs et postérieurs au lias schisteux *l*, ils n'ont d'ailleurs que très peu de ressemblance avec les grès à anthracite *a*, caractérisés par une flore houillère. Les relations apparentes de superposition donnent lieu à trop d'erreurs ou d'incertitudes pour que l'on puisse considérer comme établie jusqu'ici d'une manière indubitable la postériorité des grès à anthracite et à flore houillère à des calcaires évidemment liasiques. Si depuis trente-deux ans des faits stratigraphiques observés avec une admirable sagacité restent intacts avec toute leur valeur, d'autre part les lois de la paléontologie ont pris une trop grande importance pour qu'on ne soit pas

autorisé à se tenir en garde contre les apparences les plus convaincantes en opposition avec ces lois.

Je crois que parmi les grès du Briançonnais et de la Maurienne classés par MM. Élie de Beaumont et Sismonda exclusivement dans les terrains jurassiques, par d'autres exclusivement dans le terrain houiller, et désignés sur ma carte géologique par la teinte commune Q, il y aura lieu de distinguer plusieurs formations très différentes.

Les uns, comme ceux des Aiguilles d'Arves, sont *supérieurs* et *postérieurs* à des couches évidemment liasiques; mais ils ne paraissent pas renfermer la flore houillère. D'autres, contenant des couches d'anthracite et une flore houillère, sont quelquefois (ou du moins paraissent être), comme à l'Argentière, à Queyrières, aux Vigneaux, à Champcela, et en face de Saint-Chaffrey, superposés à des schistes argilo-calcaires plus ou moins modifiés; mais dans ces schistes on ne trouve pas les Bélemnites du lias. Les anomalies de superposition résultant des bouleversements compliqués qu'ont éprouvés les couches de ces divers terrains sont souvent telles qu'il nous paraît impossible d'arriver aujourd'hui à une classification stratigraphique un peu certaine.

Comme exemple de ces anomalies et des incertitudes auxquelles elles peuvent donner lieu, je citerai les observations que l'on peut faire au col de l'Échauda, conduisant du Monestier-de-Briançon à Vallouise. Ce col est dominé à l'E. par une crête élevée composée de calcaires gris compactes, sableux et alternant avec des couches de grès dans les assises inférieures; les couches plongent de 45° vers l'E. Le col même est formé par une assise gypseuse, reposant, à l'O. sur un calcaire compacte où l'on aperçoit des Encrines circulaires et pentagonales. En avançant toujours vers l'O., vers le contre-fort du Pelvoux appelé *la Montagnolle*, on trouve successivement des calcaires plus schisteux, puis une autre masse de calcaire compacte, formant la roche de *Terre-Rouge* et à la base de laquelle apparaît une assise de cargneules jaunâtres. Puis vient environ une centaine de mètres d'épaisseur de grès plus ou moins schisteux et de schistes ardoisiers, une dizaine de mètres d'un calcaire bleu noir, schistoïde, enfin une assise d'épaisseur très variable de grès dur, prenant la structure d'arkose et reposant immédiatement sur la protogine à laquelle il semble passer insensiblement.

Toute cette série d'assises incline de 45° vers l'E., et la protogine elle-même, sensiblement stratifiée, participe à cette inclinaison. La superposition paraît parfaitement régulière et concordante.

D'ailleurs la cime calcaire qui domine le col à l'E. est manifestement le prolongement direct de la crête de Terre-Noire, qui domine de même le col du Galibier ; les assises gypseuses et calcaires situées au-dessous correspondent à celles du col même du Galibier, ou bien encore à nos assises *s* et *c* de la coupe du vallon des Pics. Il serait donc naturel de penser que les grès situés entre ces calcaires et le terrain primitif sont le prolongement des grès de Goléon et des Trois-Évêchés ; cette bande de grès venant expirer contre le granite au S.-E. du Lautaret, il semblerait tout simple de la retrouver, après une interruption momentanée, sur le prolongement de sa dernière direction, et appliquée immédiatement sur le granite.

Mais dans la petite assise calcaire placée vers la base de ces grès, on trouve des *Nummulites*, dont l'existence a été constatée depuis longtemps par M. Élie de Beaumont (1) ; et ainsi c'est au terrain nummulitique qu'appartient ce système de grès qui semble ici intercalé régulièrement et en stratification concordante entre le terrain granitique et les calcaires compactes, avec Encrines, prolongements de ceux du Galibier et des Encombres. — Je me garderai de conclure de là que les grès des Aiguilles d'Arves pourraient être nummulitiques; tout concourt à faire penser qu'ils sont jurassiques; mais pour la localité qui nous occupe, il me paraît évident que, *sans la présence des Nummulites*, on aurait eu toute apparence de raison stratigraphique pour classer de même dans les terrains jurassiques et à peu près sur le même horizon le groupe des grès et schistes calcaires qui repose ici directement sur le terrain primitif.

Je rappellerai en terminant que, il y a quelques années, notre confrère regretté, M. Rozet, avait confondu de même dans les terrains jurassiques presque tous les grès des Hautes-Alpes, aussi bien la plus grande partie des grès nummulitiques que les grès à anthracite du Briançonnais. C'est une preuve de plus des innombrables difficultés et chances d'erreur que présente la stratigraphie des Alpes. J'ai discuté (*Bull.*, 2e sér., t. XII, 1854) quelques-unes des localités qui avaient induit en erreur ce géologue distingué; mais j'ai fait observer que, sur beaucoup d'autres points, les preuves paléontologiques faisant défaut, il n'était pas toujours facile de rétablir sans incertitude la classification des terrains,

---

(1) *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Ann des mines*, 3e série, t. V).

détruite par une confusion qui, au premier abord, pouvait sembler étrange.

M. Gaudry fait la communication suivante :

*Sur la découverte de l'*Ostrœa Leymerii *à Wissant (Pas-de-Calais)* ; par M. Albert Gaudry.

Les géologues n'ont point jusqu'à présent signalé la présence de fossiles néocomiens dans le nord de la France. Des couches de sables et de grès ferrugineux, décrites depuis longtemps par MM. Fitton (1), et Rozet (2) marquent dans le Bas-Boulonnais la base des terrains crétacés : on n'a encore pu y découvrir aucun fossile. Les Ardennes sont la partie la plus septentrionale de la France où des coquilles néocomiennes aient été citées : MM. Sauvage et Buvignier ont indiqué au S.-E. de Vouziers l'*Exogyra sinuata*, l'*Ostrœa Leymerii*, la *Terebratula prœlonga*, et M. d'Archiac a conclu de la présence de ces fossiles que le néocomien devait y exister (3).

Je viens d'observer à Wissant, dans le Pas-de-Calais, au-dessous du gault une couche qui renferme des *Ostrœa Leymerii* et une Huître plissée dont je n'ai vu que des fragments. Je dépose sur le bureau deux *Ostrœa Leymerii :* ces échantillons sont d'une grandeur et d'une conservation remarquables. Ainsi que M. d'Archiac l'a indiqué dans son *Histoire des progrès de la géologie* (4), l'*Ostrœa Leymerii* n'a pas encore été citée dans le gault et jusqu'à présent elle est regardée comme une espèce caractéristique du néocomien supérieur. Les détails que je vais donner me semblent prouver que cette Huître occupe au nord de la France sa place habituelle dans la série géologique. J'ai pris la coupe suivante du groupe crétacé de Wissant :

---

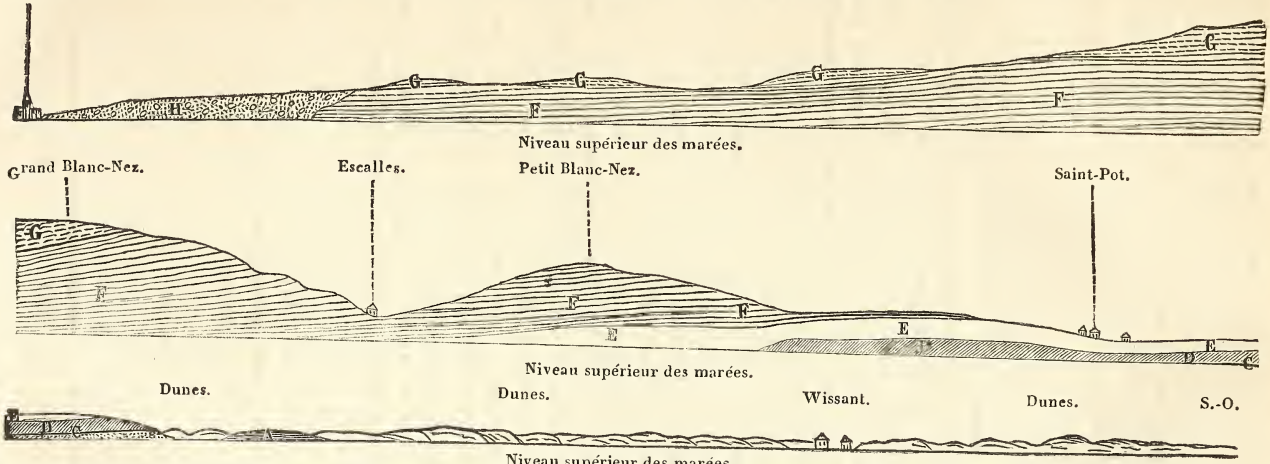
(1) M. Fitton a signalé ces couches dans son mémoire : *On the strata below the chalk*, *Transactions of the geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. IV, juin 1827 ; il les a décrites dans ses lettres à M. Constant Prévost, *Réunion extraordinaire à Boulogne-sur-Mer*, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 1re sér., t. X, p. 436 et 446. — 1839.

(2) Rozet, *Description géognostique du bassin du Bas-Boulonnais*, in-8. — 1828.

(3) Le vicomte d'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. IV, 1re partie, p. 280. — 1851.

(4) Le vicomte d'Archiac, *loc. cit.*

Coupe des falaises crétacées de Wissant, par M. Albert Gaudry.



H. Limon jaune clair ou foncé, sableux ou argileux, alternant avec des bancs de conglomérats composés de cailloux de grès silicéo-ferrugineux bruns, roulés, et de silex noirs de la craie. Épaisseur, 20 mètres.

G. Craie blanche, à silex noirs pyromaques, renfermant des *Spondylus spinosus*. (Étage sénonien d'Orbigny.) Epaisseur, 25 mètres.

F. Craie blanche ou grisâtre, sans silex, à *Inoceramus problematicus*, *Amm. lewesiensis*, etc. (Étage turonien d'Orbigny). Epaisseur, 100 mèt.

E. Craie grise ou verdâtre, avec bancs de craie presque blanche, renfermant les *Amm. rothomagensis* et *varians*, le *Turrilites costatus*, etc. (Étage cénomanien d'Orbigny.) Epaisseur, 20 mètres.

D. Argile plastique noire du gault, avec *Amm. lautus*, *auritus*, *varicosus*, *Belemn. minimus*, *Inoc. concentricus* et *sulcatus*, etc. Epaisseur, 10 mètres.

C. Glauconie noir-verdâtre, avec phosphates de chaux et de fer et sulfure de fer en décomposition. Epaisseur, un demi-mètre.

B. Grès glauconieux, vert, très dur, employé pour les constructions de Wissant, avec *Amm. mamillaris* et *Beudanti*. Epaisseur, 3 mètres.

A. Argile plastique noire, avec *Ostræa Leymerii*. Epaisseur, 3 mètres.

Échelle des longueurs.

1000 mètres.

La baie de Wissant est comprise entre deux caps : l'un formé de roches jurassiques de teintes foncées ; c'est Gris-Nez ; l'autre composé de roches crétacées blanches ; c'est Blanc-Nez. Le sommet de Blanc-Nez est occupé par la craie à *Spondylus spinosus* (étage sénonien de d'Orbigny) ; au-dessous, on voit la craie à *Inoceramus problematicus* (étage turonien) ; sous la craie à *Inoceramus problematicus* apparaît la craie grise ou verdâtre à *Turrilites costatus*, *Ammonites varians* et *rothomagensis* (étage cénomanien). En marchant de Blanc-Nez à Wissant on voit sous cette craie l'argile grise du gault, si connue par ses beaux fossiles nacrés. Sous l'argile est une couche glauconieuse noir-verdâtre, épaisse d'un demi-mètre, remplie de phosphate de chaux et de fer et de sulfure de fer en décomposition. A la limite de l'argile et de la glauconie se trouve une couche épaisse d'un décimètre pétrie d'*Ammonites mamillaris* et *Delucii*. Au-dessous de la glauconie on voit un grès vert très dur que les géologues ont généralement considéré comme une dépendance du lower green sand de l'Angleterre. On n'y avait pas encore, à ma connaissance, recueilli de fossiles ; j'y ai trouvé les *Ammonites mamillaris* et *Beudanti* : il est donc à présumer qu'ils font partie de l'étage du gault.

Cette observation ne détruit nullement la similitude qui a été établie par plusieurs géologues entre les côtes du Boulonnais et celles de l'Angleterre. Il existe en effet immédiatement au-dessous de l'argile de Folkstone une couche de glauconie noire, remplie de sulfure de fer en décomposition, épaisse d'un mètre, et au-dessous de cette glauconie on observe une couche de grès qu'il faut sans doute séparer du lower green sand pour rattacher au gault ; car j'y ai recueilli l'*Ammonites mamillaris*.

Jusqu'à présent on avait regardé le grès vert dont je viens de parler comme l'assise crétacée la plus ancienne de Wissant. Mais je pense que la couche où j'ai trouvé l'*Ostræa Leymerii* lui est inférieure. Cette couche est composée d'une argile noire qui ressemble extrêmement à celle du gault : elle forme au bord de la mer un petit talus séparé des argiles du gault : cette interruption me force à une grande réserve dans sa détermination stratigraphique. Je présume qu'au lieu de former la continuation de l'argile du gault, elle constitue une couche distincte, séparée par le grès vert. Voici mes raisons : 1° je n'ai aperçu au-dessous de l'argile à *Ostræa Leymerii* aucune trace des grès qui forment la limite inférieure du gault ; 2° comme les couches inclinent généralement vers Blanc-Nez, on doit, en marchant vers Wissant,

arriver à des couches de plus en plus profondes, et puisque les couches à *Ostræa Leymerii* sont plus près de Wissant que les grès, il est probable qu'elles leur sont inférieures. Je n'attache pas une grande valeur à cette deuxième raison, car l'étude des falaises depuis Boulogne jusqu'à Sangatte montre combien les couches varient dans leurs inclinaisons; mais voici une troisième raison plus concluante : c'est que je n'ai découvert dans le gault de Wissant aucune trace de l'*Ostræa Leymerii* ou de l'Huître plissée dont celle-ci est accompagnée, et que réciproquement je n'ai aperçu dans l'argile à *Ostræa Leymerii* aucun des fossiles si communs dans le gault.

De toutes les côtes de France nulle n'est aussi voisine de l'Angleterre que celle de Wissant; dans les beaux jours nous croyions toucher les falaises de Folkstone. Aussi j'ai dû chercher si le néocomien du sud de l'Angleterre, c'est-à-dire le lower green sand ne renferme pas une couche d'argile à laquelle on puisse rattacher l'assise à *Ostræa Leymerii* de Wissant. Les géologues anglais divisent le lower green sand en quatre couches; la plus inférieure de ces couches est une argile noire signalée pour la première fois par M. Simms aux environs de Hythe, dans le Kent (1) et au sein de laquelle l'*Ostrea Leymerii* a été trouvée dans le Surrey par M. Austen (2) et dans l'île de Wight par M. Fitton (3); il se pourrait que la couche de Wissant fût la continuation de cette argile. Ainsi le néocomien supérieur ou lower green sand serait représenté dans le nord de la France.

M. Coquand ne reconnaît pas l'*Ostrea Leymerii* de Champagne (Haute-Marne). En tout cas, ce fossile n'appartient qu'au néocomien moyen.

M. Charles d'Orbigny fait la communication suivante :

---

(1) Simms, *Account of a section of the strata between the chalk and the wealden clay in the vicinity of Hythe, Kent. — Proceed. of the geol. Soc. of London*, vol. IV, part. 1, p. 206. — 1843.

(2) *On the geology of the south-east of Surrey. — Proceed. of the geol. Soc. of London*, vol. IV, part. 1, p. 167. — 1843.

(3) Fitton, *Comparative remarks on the lower green sand of Kent and the isle of Wight. — Proceed. of the geol. Soc. of London*, vol. IV, part. 1, p. 208. — 1843.

Sur l'âge véritable des poudingues de Nemours et des sables coquilliers d'Ormoy, et sur un nouveau gîte de diluvium parisien, avec coquilles fluviatiles et terrestres; par M. Charles d'Orbigny (1).

Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à la Société géologique a pour objet :

1° De déterminer exactement l'âge relatif des poudingues de Nemours (Seine-et-Marne);

2° De signaler, dans le bassin parisien, deux nouvelles assises importantes de poudingues, l'une subordonnée aux sables dits de Fontainebleau, l'autre placée à la base du diluvium à blocs erratiques du chemin de fer de Paris à Vincennes;

3° De prouver que la couche à coquilles marines, que M. Hébert a découverte à Ormoy (Seine-et-Oise) en 1851, doit être placée à la partie inférieure des sables de Fontainebleau et non au-dessus de ces sables;

4° D'indiquer un nouveau gisement diluvien extrêmement riche en coquilles fluviatiles et terrestres parfaitement conservées.

Poudingues de Nemours.

Lorsqu'en 1855 j'ai publié mon tableau synoptique présentant, suivant leur ordre de superposition, les divers terrains et les principales couches qui constituent le sol du bassin parisien (2), je n'y ai pas compris les poudingues de Nemours (Seine-et-Marne), à raison de l'incertitude dans laquelle j'étais alors moi-même relativement à leur âge véritable que je n'avais pas encore eu l'occasion d'étudier.

En effet, aucune formation des environs de Paris n'a peut-être été l'objet de plus de discussions et d'une plus grande divergence d'opinions.

M. A. Brongniart (3) a cité seulement ces poudingues d'une manière générale comme se trouvant entre la craie et le calcaire siliceux et en faisait une formation marine littorale.

---

(1) Ce mémoire a été présenté à l'Académie des sciences le 7 novembre 1859.

(2) *Bulletin*, 2e série, t. XII, p. 1271.

(3) *Description des environs de Paris*, p. 132, 1835.

M. d'Archiac (1) en a fait un dépôt synchronique du calcaire grossier.

M. Raulin (2) les a considérés comme une formation marine, représentant à la fois les sables du Soissonnais, le calcaire grossier et les sables de Beauchamp qui, aux environs de Paris, séparent l'argile plastique de l'étage gypseux.

M. de Roys (3) les a rattachés à la formation de l'argile plastique, mais sans en indiquer d'une manière précise la véritable position.

Enfin, plus récemment, M. Hébert (4) qui, de son côté, a étudié ces mêmes poudingues et en a donné plusieurs coupes, dit avoir cherché à examiner les choses de plus près et a résumé son intéressant travail par les conclusions suivantes :

« Il suit de ce qui précède que les cailloux et poudingues de » Nemours ont été accumulés dans les lieux où on les observe » aujourd'hui *antérieurement au dépôt de l'argile plastique, à* » *laquelle ils ne se lient aucunement. Ils reposent directement sur* » *la craie endurcie et constituent une assise indépendante de l'argile* » *plastique qui a été produite par un phénomène distinct postérieur.* »

Pour expliquer des opinions aussi contradictoires, je dois rappeler en peu de mots les difficultés qu'offre l'étude de l'importante assise dont il s'agit. Cette assise se présente sous forme de nombreux galets de silex, quelquefois conglomérés par un ciment siliceux qui les convertit en poudingue, mais plus souvent isolés et non agglutinés.

Ces galets et poudingues siliceux constituent des dépôts considérables dans diverses localités de la partie sud-est du bassin parisien, notamment sur les deux rives du Loing, de Nemours à Château-Landon (Seine-et-Marne).

Généralement ils sont en partie éboulés à la base des collines, reposant alors sur la craie endurcie et recouverts d'une manière peu distincte par les travertins inférieurs aux sables de Fontainebleau.

Dans quelques localités cette formation ne semble même représentée que par de gros blocs disséminés à la surface du sol, et qui

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re sér., vol. X, p. 192, 1839.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re sér., vol. IX, p. 286, 1838.

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re sér., t. VIII, p. 160, 1837; t. IX, p. 29 et 288, 1838 ; t. XI, p. 272, 1840 ; 2e sér., t. X, p. 615, 1853.

(4) *Bull.*, 2e série, t. XI, p. 422, 1854.

d'ordinaire reposent sur le terrain crétacé. C'est par suite de cette allure d'apparence anormale que les poudingues de Nemours ont été si longtemps l'objet de discussions relativement à leur âge, à leur origine marine ou lacustre, et indiqués à tort comme ne constituant pas de bancs continus.

Plus heureux que les géologues cités ci-dessus, et peut-être aussi grâce à un concours de circonstances favorables, je suis en mesure aujourd'hui non-seulement de prouver que ces silex et poudingues forment une assise régulière, mais encore d'en indiquer d'une manière précise la position relative dans l'échelle géognostique des terrains parisiens.

Pour établir ce que j'avance, il me suffira de signaler quelques-uns des faits que j'ai constatés dans une exploration faite récemment au sud-est du bassin de Paris.

Sur la rive gauche de la route qui conduit de Nemours à Souppes (situé à 10 kilomètres au sud de Nemours), se trouve une colline assez élevée qui présente dans presque toute son étendue les galets et poudingues dits de Nemours.

A la sortie de Nemours, ce sont d'abord de nombreux dépôts de silex pyromaques noirâtres, isolés et disséminés dans une marne sablonneuse blanchâtre faisant partie de l'argile plastique et qui semble reposer sur la craie endurcie. Au-dessus de ces silex sont des travertins que recouvre un puissant dépôt de sable de Fontainebleau, avec blocs de grès éboulés à la surface.

Un peu plus loin, en se rapprochant de Glandelles et au point nommé Roche de Pierre-le-Saut, la zone de galets, qui continue à se montrer dans la même position, atteint jusqu'à 5 et 6 mètres d'épaisseur, et, par suite de cimentation, forme à sa partie supérieure un banc considérable de poudingues, ainsi que l'indique la coupe suivante :

1. Sol végétal.
2. Puissante masse de sable de Fontainebleau, avec gros blocs de grès éboulés.
3. Travertin enveloppant à sa base des galets disséminés de silex ; environ 5 mètres.
4. Banc consolidé de poudingue siliceux, $1^{m},50$.
5. Très nombreux galets de silex, non conglomérés, dans une marne arénifère d'un blanc jaunâtre, 3 à 4 mètres.

Au-dessous de cette assise de galets se trouvent 12 à 15 mètres d'un sol recouvert et rendu indiscernable par la végétation. Mais le double banc de poudingues et de galets siliceux continue ainsi

à se montrer jusqu'à Souppes, et cela toujours au même niveau géologique ; en sorte que déjà on peut reconnaître qu'il constitue une assise régulière et non interrompue. Cependant, à raison de la végétation qui recouvre le sol, des éboulis de galets siliceux qui existent sur les pentes, et surtout de l'absence de tranchée à la base de cette longue colline, on pourrait supposer à tort que l'assise d'où proviennent ces galets, libres ou agglutinés, repose directement sur la craie. Les coupes qu'il me reste à donner démontreront facilement le contraire.

En effet si, arrivé à Souppes et avant d'entrer dans cette commune, on traverse la rivière et le canal du Loing, puis si l'on monte jusqu'au sommet de la colline qui forme la rive droite de la vallée, on voit, au lieu dit le mont Tuffet, plusieurs carrières qui nous paraissent résoudre complétement la question.

Voici la coupe réelle des diverses assises qu'on observe en descendant la colline du mont Tuffet.

Coupe du mont Tuffet, près Souppes.

1. Sol végétal mélangé de loess, $0^m,50$.
2. Travertin moyen ou de la Brie, de couleur grisâtre, parfois brunâtre, et rempli de petites cellules vermiculaires, 6 mètres.

   Nota. Ce calcaire lacustre, qui correspond au travertin de Château-Landon, et qui par conséquent est inférieur aux sables de Fontainebleau, s'exploite ici sur une très grande échelle dans des carrières connues sous le nom de carrières de Beauregard. La partie superficielle de ce dépôt de travertin a été dénudée et remaniée par le cataclysme diluvien qui sur ce point a enlevé les sables de Fontainebleau.

3. Travertin inférieur ou de Saint-Ouen. Il est moins bien consolidé que le précédent, souvent fragmentaire, de couleur généralement plus claire, et contient quelques galets disséminés de silex pyromaque. Ces rognons ou galets de silex semblent être caractéristiques de la région inférieure des travertins dits de Saint-Ouen dans presque toute la partie méridionale du bassin parisien, $1^m,50$.
4. Marne arénifère, grisâtre, avec quelques galets de silex disséminés, 1 mètre.
5. Assise entièrement formée de galets de silex noirâtres, et parfois de rognons poudingiformes composés des mêmes silex, 1 à 3 mètres.
6. *Sable quartzeux gris de l'argile plastique*, avec veines jaunâtres et ocreuses, 2 à 3 mètres.
7. Craie jaunâtre endurcie et fragmentaire, 6 mètres.
8. Craie blanche (puissante masse).

Cette coupe prouve déjà d'une manière positive que les galets et poudingues de Nemours sont une dépendance intime de la formation de l'argile plastique dans laquelle ils sont intercalés. Mais ce fait devient encore plus évident quand on étudie avec soin une carrière d'argile plastique située sur la rive droite du Loing, près la verrerie de Bagneaux, entre Fay et Chaintreauville, carrière dont M. Hébert a publié la coupe et le dessin en 1854, c'est-à-dire à une époque où la tranchée était probablement plus confuse que maintenant.

Afin de rendre ma démonstration plus intelligible, je vais donner la coupe complète de cette localité et reproduire d'abord celle publiée par M. Hébert, en supprimant toutefois les plissements et éboulis accidentels que représente la partie supérieure de sa coupe.

Coupe de M. Hébert (1).

	1. Terre végétale.
Diluvium pour M. Hébert. Éboulis pour M. d'Orbigny.	2. Diluvium et loess, *avec amas de cailloux roulés de la craie.*
	3. Calcaire lacustre inférieur *à l'état diluvien*, mais séparé nettement du précédent. Il vient évidemment du coteau au pied duquel est l'exploitation d'argile.
Argile plastique.	4. Argile marneuse, } n° 5 de d'Orbigny.
	5. Marne sableuse, } n° 5 de d'Orbigny.
	6. Sable pur, } n° 5 de d'Orbigny.
	7. Argile pure (n° 6 de d'Orbigny).

Coupe de M. d'Orbigny.

Cette coupe comprend non-seulement les couches visibles dans la carrière d'argile plastique, mais en outre toutes les autres couches placées au-dessus de cette carrière et qu'on voit successivement en descendant du sommet de la colline.

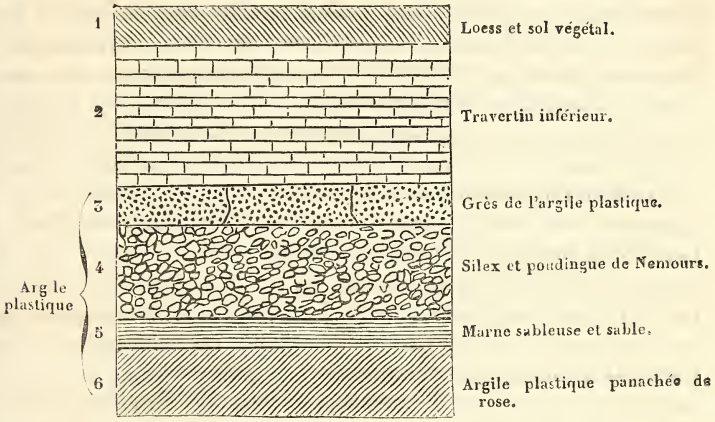
1. Loess mélangé à sa partie supérieure de matières végétales, 2 m.
2. Travertin inférieur ou de Saint-Ouen. Ce calcaire est assez compacte, et contient à sa partie inférieure quelques rares galets de silex, 6 à 8 mètres.
3. *Grès de l'argile plastique.* Ce banc de grès, très fortement endurci par un ciment siliceux, est en place et repose sur l'assise à galets de silex. 2 mètres.
4. Puissante assise très régulière de galets de silex pyromaques, noi-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XI, 1854, p. 424.

râtres, provenant de la craie, et à laquelle correspondent tous les *poudingues dits de Nemours*. 4 à 5 mètres.

5. Marne sableuse et sable argileux, faisant partie de la formation d'argile plastique. 1 mètre.
6. Argile plastique proprement dite, grise et panachée de rose, tout à fait semblable à celle de Montereau. Elle est exploitée pour la verrerie de Bagneaux. 3 mètres.

L'ensemble de cette intéressante coupe peut se résumer par la figure suivante :



Si maintenant je compare la coupe de M. Hébert à la mienne, je suis amené à faire les observations suivantes :

Sa couche n° 2 (diluvium et loess *avec amas de cailloux roulés*) n'est selon moi composée que de matières non en place et éboulées à la surface du sol, au-dessus de l'excavation d'argile plastique. Par conséquent je n'ai pas dû en tenir compte. J'ajouterai que les amas de cailloux siliceux que M. Hébert cite dans cette même assise n° 2 auraient dû l'embarrasser et indiquer un désaccord complet avec sa théorie, puisqu'ils sont ici évidemment supérieurs à l'argile plastique, et non inférieurs ainsi qu'il le suppose. Mais M. Hébert pense avoir résolu cette difficulté en considérant lesdits galets comme *amenés sur ce point par les phénomènes diluviens*.

Or pour moi, je le répète, ces cailloux de silex n'appartiennent point à l'époque diluvienne ; ils sont simplement éboulés de la zone de galets, dits de Nemours (n° 4 de ma coupe), placés au-dessous du banc de grès, zone que M. Hébert semble n'avoir pas

vue. Les traces évidentes et prolongées de cet éboulis sont encore bien caractérisées en ce moment.

L'assise n° 3 de M. Hébert (*calcaire lacustre à l'état diluvien*) étant aussi une petite couche accidentelle et d'éboulis, formée de débris de roches non en place, j'ai dû également m'abstenir de la faire figurer dans ma coupe.

Quant à ses assises n°s 4, 5 et 6, elles correspondent à mon n° 5.

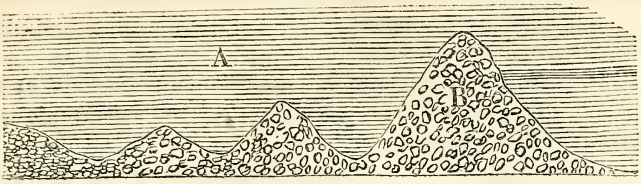
Enfin, sa couche d'argile n° 7 est la même que mon dépôt d'argile plastique n° 6.

Ainsi, la coupe de M. Hébert présente à tort comme normales, diluviennes et en place, deux petites couches qui en réalité ne sont qu'accidentelles et dont les éléments proviennent incontestablement *d'éboulis* peut-être très récents. De plus sa coupe offre une grande lacune, d'où résultent sans doute les erreurs que je signale. En effet elle ne comprend que les assises visibles dans l'excavation d'argile plastique située à la base de la colline et ne fait aucune mention de l'importante série de couches (n°s 1 à 4) placées immédiatement au-dessus de cette excavation. Ce système complémentaire offre pourtant beaucoup d'intérêt, car il montre que le grès de l'argile plastique constitue ici un banc puissant et régulier à la partie supérieure de la formation d'argile plastique et reposant sur les poudingues de Nemours. La constatation de ce gisement avait une certaine importance, puisque jusqu'ici on ne savait pas exactement où intercaler le grès de l'argile plastique qui n'avait été cité au sud de Paris qu'à l'état de blocs erratiques à la surface du sol, comme cela a lieu par exemple aux environs de Saint-Ange.

Les assises supérieures de ma coupe prouvent en outre que les poudingues de Nemours sont placés immédiatement au-dessous du banc de grès, lorsque toutefois ce banc existe, et *au-dessus* de l'argile plastique exploitée.

Selon M. Hébert, au contraire, non-seulement la formation de galets et poudingues *serait toujours antérieure à celle de l'argile plastique*, mais encore leur surface présenterait de très grandes inégalités comblées postérieurement par le dépôt de l'argile.

Comme exemple de cette disposition, M. Hébert donne la figure théorique suivante, en s'appuyant sur le témoignage des ouvriers qui lui auraient dit cesser de chercher l'argile aussitôt qu'à des profondeurs très variables ils rencoutrent des cailloux, au-dessous desquels, suivant eux, il n'existerait jamais d'argile.



A. Argile plastique.
B. Cailloux et poudingues de Nemours.

De mon côté j'ai interrogé plusieurs ouvriers, et j'ai appris que les cailloux qu'ils rencontrent sous l'argile plastique sont des silex disséminés dans la craie endurcie, auxquels ils donnent les noms de *pierre à feu* et de *crayon*. Or, comme la surface de la craie a été fortement dénudée après sa formation, c'est cette craie et non les poudingues qui offrent de grandes inégalités, comblées postérieurement par le dépôt des diverses assises de l'argile plastique.

Quoi qu'il en soit, lors même que dans quelques localités exceptionnelles il se trouverait des couches de sable et des cailloux isolés entre la craie et l'argile plastique proprement dite, il est pour moi bien évident qu'ils ne représenteraient pas les véritables poudingues de Nemours, dont ma coupe indique la place réelle.

En résumé, il résulte de tout ce qui précède que la formation d'argile plastique est infiniment plus complexe et plus puissante qu'on ne le supposait anciennement.

Divers sondages faits à Grenelle, à Vincennes, etc., ont démontré que cette formation fluvio-marine atteint parfois jusqu'à 50 mètres d'épaisseur.

Aux environs de Paris et dans la partie nord du bassin, le terrain d'argile plastique se compose de couches successives ou alternatives très variées, telles que sables et grès souvent coquilliers, marnes, lignites, argiles plastiques plus ou moins pures et de diverses couleurs; puis, à la partie la plus inférieure de tout ce système se trouve la zone de conglomérat à débris de mammifères que j'ai découverte à Meudon.

Dans la région méridionale du bassin parisien, cette formation a une puissance moins grande, ne semble pas contenir de débris de corps organisés et se présente aussi avec des caractères et des allures très variables d'une contrée à l'autre. Les grès et les poudingues de l'argile plastique ne se voient pas partout; mais, lorsqu'ils existent réunis à l'argile, le banc de grès, dont la position exacte n'avait pas encore été indiquée, se trouve à la partie supé-

rieure ; les galets et poudingues siliceux forment au-dessous une assise très-distincte, enfin les sables et l'argile plastique sont placés à la partie inférieure du dépôt.

Par conséquent les poudingues de Nemours ne doivent plus être considérés comme une formation marine synchronique du calcaire grossier parisien.

Ils ne constituent pas non plus, ainsi que l'a déclaré M. Hébert, une *formation indépendante intermédiaire entre l'argile plastique et la craie.*

Ces poudingues appartiennent positivement à l'étage de l'argile plastique dont ils forment l'une des assises essentielles.

Quant à l'origine et au transport de ces puissants dépôts de silex et de poudingues, dont les éléments ont été arrachés à la craie, voici l'explication que je propose. Tous les géologues admettent que la partie supérieure du terrain crayeux a été fortement dénudée, sillonnée, ravinée, à la fin de la période secondaire, et ce fait est prouvé par les grandes inégalités que présente partout la surface de ce terrain. Ne pourrait-on pas admettre aussi que, durant et vers la fin du dépôt de l'argile plastique, une nouvelle dénudation des collines crayeuses a eu lieu ; que la craie a été entraînée, et que les rognons de silex ont été déposés, accumulés dans les vallées à la place qu'ils occupent aujourd'hui ?

Nous pensons que cette opinion est admissible et même que plusieurs dénudations analogues plus récentes ont eu lieu dans le bassin parisien, ainsi que le prouvent les faits suivants.

Poudingues des sables de Fontainebleau.

Depuis bien des années, j'ai constaté, comme plusieurs autres géologues, l'existence de nombreux galets de silex pyromaque dans les sables supérieurs de Romainville, près Paris, et de diverses localités de la Beauce. Ces silex forment deux zones assez régulières à la partie inférieure des sables de la côte Saint-Martin, à la sortie d'Étampes. A Jeurre, à Étréchy, à Morigny (environs d'Étampes), ils se présentent au même niveau, immédiatement au-dessus des riches dépôts coquilliers, découverts à la base des sables dits de Fontainebleau et qui ont rendu ces localités célèbres au point de vue géologique.

Mais aux environs de Saclas (à 9 kilomètres au sud d'Étampes) ces silex offrent un intérêt plus grand, attendu que, par suite d'une conglomération postérieure, ils y ont été convertis en véritables

poudingues. C'est ce que démontre la coupe suivante, prise sur la route du village de Perrier, à 1 kilomètre au sud de Saclas.

Coupe de Perrier, près Saclas.

1. Sol végétal, $0^m,50$.
2. Diluvium rougeâtre, $0^m,75$.
3. Loess jaunâtre, analogue à celui des environs de Paris, $0^m,50$.
4. Sable de Fontainebleau, 1 mètre.
5. Banc de grès bien consolidé et exploité, $2^m,50$.
6. Poudingue siliceux adhérant à la partie inférieure du banc de grès. Les galets qui composent ce poudingue sont des rognons de silex pyromaque de la craie. Leur consolidation, par suite d'infiltrations calcaires, a dû précéder celle du banc de grès. $0^m,20$.
7. Sable de Fontainebleau, 10 mètres.
8. Deuxième zone de poudingue consolidé, semblable au n° 6, $0^m,20$.
9. Sable quartzeux, $0^m,30$.
10. Troisième zone de poudingue consolidé, $0^m,10$.
11. Sable de Fontainebleau, 5 mètres.

Au moulin des Cailles, à 4 kilomètres au sud de Saclas, les mêmes dépôts de silex se montrent avec une grande puissance. On les voit aussi affleurer sur presque toutes les collines de sables de Fontainebleau qui constituent les deux rives de la vallée de la Juine, depuis Saclas jusqu'à Étampes. Mais je ne les ai retrouvés, agglutinés et transformés en poudingue, qu'à Boissy-la-Rivière, entre Saclas et Ormoy, où, au contact du grès, ils forment encore un banc régulier d'une grande étendue, solidement consolidé et ayant environ 60 centimètres d'épaisseur.

Les poudingues des sables de Fontainebleau présentent des caractères à l'aide desquels on peut facilement les distinguer de ceux de l'argile plastique. Les premiers sont composés de galets de silex et de *sable quartzeux pur*, le tout agrégé par un ciment complétement calcaire ou faiblement siliceux. Les poudingues de l'argile plastique ou de Nemours sont formés des mêmes galets de silex, mais toujours associés à des matières marneuses, et le tout est en général agglutiné par un ciment siliceux qui donne souvent à la roche l'aspect lustré.

Quant à leur origine, les galets siliceux des sables de Fontainebleau ont été attachés originairement à la craie, ainsi que le constatent plusieurs espèces de fossiles qu'on y a trouvées. Puis, après avoir formé sans doute les assises de galets et de poudingues de Nemours, subordonnées à l'argile plastique, de nouvelles per-

turbations et dénudations géologiques les ont probablement détachés de ce gisement pour les transporter dans les sables supérieurs où ils semblent constituer trois zones régulières à des niveaux bien déterminés. L'une de ces zones, qui n'existe que dans certaines contrées, est placée immédiatement au-dessous du banc de grès ; les deux autres sont situées vers la base de la masse de sable. C'est au-dessous de ces deux zones inférieures que se trouvent les couches fossilifères découvertes jusqu'ici dans les sables de Fontainebleau, même à Ormoy, ainsi que nous allons le démontrer.

Age des sables coquilliers d'Ormoy.

En 1851, M. Hébert (1) a annoncé avoir observé aux environs d'Étampes, *au-dessus de la couche regardée jusqu'alors comme la limite supérieure des sables de Fontainebleau*, un banc de sable rempli de coquilles marines parfaitement conservées et recouvert par le calcaire lacustre de la Beauce.

Cette découverte, que la Société géologique (2) est allée constater en 1855, sous la direction de M. Hébert, était importante pour la géologie parisienne, non-seulement parce que ce nouveau gisement fossilifère semblait pouvoir être assimilé jusqu'à un certain point à l'une des assises de l'étage des faluns qui n'est pas représenté aux environs de Paris ; mais encore parce que toutes les couches coquillières rattachées jusque-là aux sables de Fontainebleau avaient été trouvées à la partie inférieure de ce terrain qui a parfois jusqu'à 50 et 60 mètres de puissance. C'est ce qui a lieu par exemple à Jeurre, à Morigny, etc.

M. Hébert a cru découvrir cette assise marine d'abord à la côte Saint-Martin, près Étampes, au-dessus des sables de Fontainebleau, où elle se présenterait à l'état rudimentaire à la base des travertins supérieurs, entre deux petits lits de marne à coquilles lacustres (*Potamides* et *Paludina*) ; puis, rattachant à tort au même niveau géologique les couches coquillières observées ensuite à la butte d'Ormoy (à 4 kilomètres au sud d'Étampes) et afin de bien préciser le niveau de cette nouvelle assise, il a donné la coupe *générale et approximative* suivante, coupe qui effectivement ne pouvait être réelle, puisqu'elle comprend à la fois les diverses assises de la côte Saint-Martin, d'Ormoy, de Jeurre et d'Étréchy.

---

(1) *Bulletin*, 2e série, t. VIII, p. 342, 1851.
(2) *Bulletin*, 2e série, t. XII, p. 1317, 1855.

Coupe de M. Hébert.

1.	Terre végétale.	
2.	Calcaire de la Beauce	15m,00
3.	Calcaire siliceux et silex.	
4.	Lit mince à *Potamides Lamarckii*.	
5.	Banc de *sable rempli de coquilles marines*.	1m,00
6.	Marne calcaire avec nombreuses Paludines et *Potamides Lamarkii*.	0m,40
7.	Sable blanc	60,m00
	Grès non coquillier *qui paraît cesser lorsque le banc coquillier commence*	
	Masse principale des sables	
8.	Banc coquillier marin de Jeurre.	3m,00
9.	Calcaire marin d'Étréchy.	

Lorsque j'ai publié mon dernier tableau synoptique des terrains parisiens, j'ai dû consacrer deux numéros spéciaux (nos 14 et 15) aux nouvelles couches signalées par M. Hébert aux environs d'Étampes et à Ormoy, tout en me réservant de visiter ces localités. Mais, après avoir fait cette exploration, j'ai le regret d'être encore sur ce point en désaccord complet avec M. Hébert et d'avoir à supprimer sur mon tableau les deux couches dont il s'agit. C'est ce que je vais essayer de prouver.

Quoique j'aie étudié déjà plusieurs fois le bel escarpement de la côte Saint-Martin à la sortie d'Étampes, j'y suis allé de nouveau et, comme précédemment, je n'y ai point vu d'assise véritablement marine.

Voici au reste la coupe abrégée des terrains que présente cet escarpement, au-dessous du diluvium :

Coupe de la côte Saint-Martin, près Étampes.

A. *Travertin de la Beauce ou calcaire d'eau douce supérieur.*

1. Nombreuses alternances : 1° de calcaire lacustre, soit compacte, bréchiforme ou fragmentaire, soit peu consistant ou argilifère, et contenant parfois des plaques et zones de silex meuliériforme; 2° de marne blanchâtre, quelquefois *sableuse*, avec petits lits subordonnés de marne noirâtre, d'apparence ligniteuse ou tourbeuse. La plupart de ces couches renferment des fossiles fluviatiles ou terrestres, tels que *Lymnea carnea*, *L. cylindrica*, *Planorbis cornu*, *Paludina Dubuissonni*, *Cyclostoma elegans*, *Helix*, *Cerithium* d'eau douce ou *Potamides Lamarkii*, graines de Chara. Environ 12 mètres.
2. Marne sableuse très riche en *Potamides Lamarkii*. 0m,50.

3. Travertin et silex meulier. $0^m,50$.
4. Marne sableuse semblable au n° 2, avec *Potamides Lamarkii* et *Paludina*. $0^m,50$.

Nota. C'est sans doute cette couche lacustre à *Potamides*, ou bien la couche analogue n° 2, qui, à raison de sa nature sableuse, a été rattachée à tort par M. Hébert à l'assise des coquilles marines d'Ormoy. Quoi qu'il en soit, ces deux petites couches à *Potamides*, séparées par un banc de calcaire lacustre avec zone de silex meuliériforme, font évidemment partie des travertins supérieurs et ne peuvent en être détachées.

5. Marne sableuse noirâtre et d'apparence tourbeuse. $0^m,20$.

B. *Sables et grès de Fontainebleau.*

6. Puissante masse de sable quartzeux, généralement très blanc et toujours non coquillier, présentant à la partie supérieure un banc assez mince de plaques et rognons de grès quelquefois calcarifère, mamelonné et botryoïde, d'autres fois très siliceux et alors lustré. 50 à 60 mètres.

A la base de cette masse de sable, on voit deux petits lits de galets de silex pyromaque ordinairement noirâtre, mais quelquefois blanchâtre, par suite d'altération superficielle. Au-dessous sont probablement les couches marines fossilifères de Jeurre, cachées par la végétation et que des excavations ultérieures feront peut-être découvrir. Dans tous les cas, ces galets correspondent aux deux zones inférieures de silex que j'ai citées aux Graviers près Saclas; et, comme je l'ai déjà dit, c'est au-dessous d'un dépôt analogue et au même niveau que se trouve le banc de coquilles marines d'Ormoy.

La colline à la base de laquelle sont situés le village et l'église d'Ormoy, est d'une étude assez difficile, attendu qu'elle est complétement couverte de végétation. Toutefois on peut en donner la coupe approximative suivante, et pour la solution du problème qu'il s'agit de résoudre, cette coupe, quoique générale et peu détaillée, nous semble être concluante, quand on prend en considération les niveaux géologiques des grandes assises parisiennes.

Coupe d'Ormoy.

1. Sol végétal.
2. Travertin supérieur dont la puissance doit être d'environ 8 à 10 mètres.

Nota. Ce travertin ou calcaire d'eau douce ne se voit qu'à l'état de fragments éboulés sur toute la partie supérieure de la colline. Un gros bloc de calcaire est même descendu presque

au niveau de la couche coquillière, et pourrait faire croire au premier abord que ce travertin recouvre l'assise marine.

3. Sables et grès de Fontainebleau, environ 25 mètres.

Nota. Le banc de grès, placé à la partie supérieure de cette assise de sable, n'est plus visible à Ormoy, parce que depuis longtemps sans doute il y a été extrait pour les besoins de la commune où presque toutes les maisons en présentent dans certaines parties de leur construction. Aujourd'hui les habitants sont obligés d'aller chercher ce grès sur les points de la colline qui précèdent ou qui suivent Ormoy, et où il en existe encore de nombreux blocs isolés sur le sol.

4. Zone de cailloux de silex pyromaques, semblables à ceux déjà cités à la base des sables de Saclas, de la côte Saint-Martin et de Jeurre. Lorsque les ouvriers d'Ormoy font des excavations pour en extraire du sable, ils trouvent toujours ces silex à quelques mètres au-dessus de la couche coquillière.
5. Sable blanc, environ 4 mètres.
6. Banc de sable quartzeux, rempli de coquilles marines généralement d'une parfaite conservation. 1 mètre.

Ces coquilles comprennent un assez grand nombre d'espèces parmi lesquelles figurent les suivantes, déjà citées par M. Hébert :

Cerithium plicatum, Lamk.
Lucina Heberti.
Citherea incrassata, Desh.
Cardita Basteroti, Desh. (*Venericardia intermedia*, Broc.).
Murex Bronnii.

Il n'existe à Ormoy, en ce moment, que deux sablières présentant cette intéressante couche coquillière, au-dessous de laquelle la base de la colline offre encore environ 15 mètres de terrains non susceptibles d'être étudiés à cause de la végétation. Mais la coupe approximative que je viens de donner suffit pour démontrer :

1° Que la colline d'Ormoy n'offre qu'une seule zone de coquilles marines ;

2° Que cette zone (n° 6 de ma coupe) est par conséquent celle qui a été découverte et signalée par M. Hébert, ce que prouvent d'ailleurs les espèces de coquilles que j'y ai trouvées, notamment la *Cardita Basteroti* indiquée par M. Hébert comme caractéristique de ladite zone et des faluns bleus de Gaas (bassin de l'Adour) ;

3° Que la couche de coquilles marines dont il s'agit n'est point placée, comme l'a cru M. Hébert, au-dessus de la masse principale des sables et grès de Fontainebleau ;

4° Qu'elle est au contraire située vers la partie inférieure de cette masse de sable et qu'elle correspond au niveau de la couche coquillière de Jeurre.

Cependant je puis en donner encore quelques preuves supplémentaires qui ne laisseront plus aucun doute à cet égard.

En allant d'Ormoy à Étampes, la colline qui forme la rive droite de la route, offre toujours la même composition. Ce sont, au sommet des travertins supérieurs, et au-dessous une puissante masse de sable recouverte de blocs de grès éboulés ayant souvent un aspect pittoresque.

A environ 1 kilomètre 1/2 d'Ormoy, la route traverse un petit bois et présente, non loin du château de Valmy et tout à fait à la base de la colline, un banc marin de sable coquillier analogue à celui d'Ormoy ; il en est le prolongement et contient les mêmes espèces de coquilles en très grande abondance.

Voici la coupe générale et approximative de cette localité :

1. Travertins supérieurs, environ 8 mètres.
2. Sables et grès de Fontainebleau dont la surface est recouverte depuis le sommet jusqu'à la base par de nombreux blocs de grès éboulés, environ 40 mètres.
3. Couche de coquilles marines semblables à celles d'Ormoy, 1 mètre.

Enfin la description même que M. Hébert donne de son gisement marin d'Ormoy achèverait de prouver, si cela était nécessaire, que ce gîte coquillier correspond à celui de Jeurre et probablement à l'assise supérieure de Morigny. En effet, ce géologue dit :

1° Que le grès non coquillier paraît cesser lorsque le banc coquillier commence (voir la coupe de M. Hébert) ;

2° Que les fossiles de cette couche sont pour la plupart les mêmes que ceux de Jeurre et d'Étréchy ;

Voici l'explication facile que je puis donner de ces divers faits qui n'offrent, selon moi, rien d'anormal.

Si le grès non coquillier de Fontainebleau semble cesser lorsque la couche de sable coquillier d'Ormoy apparaît, c'est parce qu'en réalité il n'en existe pas à ce niveau et parce que le banc de grès non coquillier de Fontainebleau est toujours situé à la partie supérieure de la masse de sable, c'est-à-dire à une assez grande élévation au-dessus de la zone coquillière.

Il n'est pas surprenant non plus que la plupart des fossiles d'Ormoy soient les mêmes que ceux de Jeurre et de Morigny,

puisque, comme je crois l'avoir démontré, ces divers gisements coquilliers sont de la même époque géologique.

Conclusions. — De tout ce qui précède on doit donc conclure :

1° Qu'il n'existe pas de fossiles marins à la côte Saint-Martin, comme l'a supposé à tort M. Hébert, et que par conséquent aucune couche n'y est assimilable au gîte fossilifère d'Ormoy ;

2° Que, contrairement à l'opinion émise par le même géologue, le gîte de la butte d'Ormoy ne peut être placé à la partie supérieure des sables dits de Fontainebleau, ou immédiatement au-dessus;

3° Enfin que, par l'ensemble de ses caractères paléontologiques et stratigraphiques, ce nouveau gîte fossilifère correspond aux couches coquillières de Jeurre, d'Etréchy et de Morigny (environs d'Étampes), lesquelles sont incontestablement situées à la partie inférieure des sables de Fontainebleau. Ces couches recouvrent les bancs à *Ostrea cyathula* et *longirostris* qu'on retrouve au même horizon géologique et en grande abondance à la butte Montmartre.

Maintenant si à Ormoy il existe quelques espèces de Mollusques non encore découvertes à Jeurre, telles que la *Cardita Basteroti*, et le *Murex Bronnii*, cela n'a rien d'étonnant, puisque, dans certaines carrières des environs de Paris, on voit un banc de calcaire grossier inférieur pétri de *Crassatella tumida*, tandis que le même banc, dans les carrières voisines, n'en contient pas une seule.

Banc de poudingue dans le diluvium parisien, et couches à coquilles lacustres subordonnées au diluvium du chemin de fer de Vincennes.

Pour terminer cette note, il ne me reste plus qu'à signaler l'existence d'une nouvelle zone assez considérable de poudingue, subordonnée au diluvium à blocs erratiques du chemin de fer de Vincennes.

Ce poudingue, mis à découvert par la tranchée du chemin de fer qui précède le souterrain de Reuilly, forme un banc régulier et continu sur une étendue de près d'un demi-kilomètre.

Voici la coupe de cette localité :

1. Sol végétal.
2. Diluvium rouge un peu granitique et à nombreux graviers de quartz blanc. 1 mètre.
3. *Dépôt meuble* de diluvium gris, très riche en éléments granitiques et à gros blocs erratiques. 3 à 4 mètres.
4. *Banc consolidé* de diluvium gris, formé des mêmes éléments que le n° 3, mais solidement agglutinés par des infiltrations de car-

bonate de chaux, en sorte qu'il en résulte un véritable poudingue. $1^{m},50$.

5. Sables de Beauchamp.

Le diluvium à l'état de poudingue consolidé, auquel les ouvriers donnent le nom de *calcin*, existe aussi dans les mêmes conditions sur divers autres points de Paris, notamment à la base des sablières de la petite rue de Reuilly. J'ai exploré récemment ce dernier gisement avec MM. Delesse et Lyell, et nous avons reconnu que le poudingue diluvien y forme un banc de plus d'un mètre de puissance, dans lequel on trouve parfois des dents d'*Elephas primigenius*.

Enfin j'ai l'honneur d'annoncer à la Société que, sur presque tout le parcours du nouveau chemin de fer de Vincennes (de la place de la Bastille à Champigny), j'ai constaté, entre le diluvium gris et le diluvium rouge, recouvert de loess, une zone continue de sable blanc marneux renfermant des coquilles fluviatiles et terrestres. Cette intéressante zone diluvienne, qui correspond sans doute à une période de tranquillité, est identique avec celle que j'ai découverte et fait connaître, en 1855, à Charonne près la barrière du Trône (1).

A la station de Joinville-le-Pont, à environ quatre kilomètres au delà et à l'est de Vincennes, la zone dont il s'agit contient un nombre prodigieux de coquilles qui, malgré leur extrême fragilité, sont d'une remarquable conservation. J'y ai recueilli plus de trente espèces distinctes de coquilles fossiles, toutes terrestres et fluviatiles, au sujet desquelles, après détermination, je me propose de faire une communication plus complète à la Société.

Séance du 21 novembre 1859.

PRÉSIDENCE DE M. LARTET, *vice-président.*

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

---

(1) *Bulletin*, t. XII, 2e série, p. 1295, 1855.

MM.

Ditson (Georges), ancien consul à New-York (États-Unis), présenté par MM. le docteur Weisse et Ch. d'Orbigny;

Guiscardi (Guillaume), à Naples (royaume des Deux-Siciles), présenté par MM. Ch.-S.-C. Deville et Ch. Laurent;

Le marquis de Raincourt, au château de Troissy (Marne), et à Paris, rue des Saint-Pères, 62, présenté par MM. de Verneuil et Hébert;

Thomassy, ingénieur, rue Conti, 82, à la Nouvelle-Orléans (Louisiane), présenté par MM. de Verneuil et Laugel.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Igino Cocchi, Notice sur l'ouvrage du général Albert de la Marmora, intitulé : *Geologia dell'isola di Sardegna*. Turin, 1857, in-8°, 16 pages.

De la part de M. A. Leymerie, *Cours de minéralogie* (*Histoire naturelle*). 2e partie, in-8°, 429 p. Paris, 1859, chez Victor Masson.

De la part de M. Jules Marcou, *Dyas et tryas, ou le nouveau grès rouge en Europe, dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde* (tiré des *Arch. des sc. de la Bibl. universelle de Genève, mai et juin*), in-8°, 63 p.

De la part de M. Raulin :

1° *Statistique géologique du département de l'Yonne*, in-8°, 864 p. avec carte géol. et 2 pl. de coupe. Auxerre, 1858, chez Perriquet et Roulié.

2° *Catalogue de la collection des roches du département de l'Yonne, déposées au musée d'Auxerre* (extrait du *Bulletin de la Société des sciences de l'Yonne* 1859); in-8°, p. 349-451.

3° *Description physique de l'île de Crète*, 1re partie, in-8°, 292 p. Bordeaux, 1859, chez Th. Lafargue.

De la part de M. Ange Sismonda, *Note sur le calcaire fossilifère du fort de l'Esseillon, près de Modène, en Maurienne*

(extr. d'une *Lettre à M. Élie de Beaumont; Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, séance du* 19 *septembre* 1859), in-8, 5 p. Turin, 1859, imp. roy.

De la part de M. R. Thomassy, *De la Salle et ses relations inédites de la découverte du Mississipi* (extr. de la *Géologie pratique de la Louisiane*), in-8, 24 p. Paris, 1859, chez L. Hachette et Comp.

De la part de M. A.-T. Kupffer, *Compte-rendu annuel adressé à Son Exc. M. de Knaijévitch, année* 1857, in-4, 66 p. Saint-Pétersbourg, 1858, chez A. Jacobson.

De la part de MM. W.-K. Parker et T.-R. Jones, *On the species enumerated by Linnæus and Gmelin* (from the *Annales and Mag. of natur. hist. for june* 1859, in-8, 9 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1859, 2e semestre, t. XLIX, nos 19 et 20.

L'Institut, nos 1349 et 1350, 1859.

Société impériale et centrale d'agriculture. Bulletin des séances, 2e série, t. XIV, no 7, 1859.

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure, 3e série, t. V, années 1857-1858.

Société impériale d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes, 11e année, no 3, septembre 1859.

The athenæum, nos 1672 et 1673, 1859.

Revista minera, t. X, no 228.

The American Journal of science and arts, by Silliman, t. XXVIII, novembre 1859.

M. Raulin présente divers ouvrages à la Société.

M. Hébert fait la communication suivante :

Réponse à la note de M. Ch. d'Orbigny, intitulée : Sur l'âge véritable des poudingues de Nemours et des sables coquilliers d'Ormoy; par M. Hébert.

M. Ch. d'Orbigny a lu dans la dernière séance une note à laquelle je me vois, à regret, obligé de répondre. Je serai aussi

bref que possible, mais les points sur lesquels je suis attaqué sont nombreux.

Je suivrai l'auteur dans l'ordre qu'il a adopté ; je crois être en mesure de montrer que M. Ch. d'Orbigny m'attribue des opinions que je n'ai jamais eues ; qu'il a détourné, involontairement sans aucun doute, des faits cités par moi, de leur véritable signification ; enfin, je prouverai l'exactitude de ceux sur lesquels nous sommes en contradiction.

Commençons donc par les *poudingues de Nemours*.

M. Ch. d'Orbigny, *antè*, page 37, donne une coupe dans laquelle il montre une couche de sable quartzeux de 3 mètres, entre la craie endurcie et le banc de galets, qui a de 1 à 3 mètres au mont Tuffet, près Souppes, et jusqu'à $4^{m},50$ sous le travertin à Roche de Pierre-le-Saut.

Il en conclut immédiatement que les poudingues sont une dépendance intime de la *formation de l'argile plastique* dans laquelle ils sont intercalés, et il oppose cette conclusion à la mienne, où l'argile plastique et les poudingues sont donnés comme deux dépôts parfaitement distincts. Or, dans la coupe de M. d'Orbigny il n'y a pas d'argile plastique. M. d'Orbigny confond donc *l'argile plastique pure*, la seule masse minérale à laquelle j'applique cette dénomination, avec l'ancienne expression qui désignait un ensemble, le *terrain d'argile plastique*.

M. d'Orbigny, dans la coupe qne j'ai donnée (*Bull.*, 2e série, t. XI, p. 424, fig. 2), coupe qu'il n'a pas vue en place, car elle n'est plus en 1859 ce qu'elle était en mars 1854, appelle *éboulis* ce que j'ai appelé *diluvium*. Je connais la différence de ces deux mots, et je puis certifier que M. d'Orbigny se trompe dans cette appréciation d'une chose qu'il n'a pas connue. Par la même raison il n'est pas étonnant que sa coupe diffère de la mienne. Tout ce que je puis dire, c'est que j'ai décrit et dessiné les choses que j'ai vues ; je n'ai pas l'habitude de faire autrement. Je ne saurais donc accepter le jugement sévère de M. d'Orbigny.

Ce qui est aussi complétement inexact, c'est que mes assises 4, 5 et 6 correspondent à son n° 5 (p. 40).

M. d'Orbigny (p. 39, lig. 1) assimile *tous les poudingues dits de Nemours* à sa couche n° 4. Il n'y a qu'à lire la description faite par tous les auteurs et même celles de M. d'Orbigny (p. 36 et 37), pour voir que tous les poudingues ne sont pas sous les grès de l'argile plastique, puisqu'il y en a dans les calcaires d'eau douce. Et, à ce sujet, M. d'Orbigny a tort de répéter, comme il le fait, que j'affirme

que les poudingues sont toujours antérieurs à l'argile plastique, puisque j'ai dit précisément le contraire (*loc. cit.*, p. 425, note 1). Mes conclusions, comme je l'ai fait observer, ce que M. d'Orbigny a passé sous silence, se rapportent au fait principal et général.

M. d'Orbigny tombe encore dans une inexactitude d'interprétation, quand il dit (p. 40) : « M. Hébert donne la figure théorique suivante, en s'appuyant sur le témoignage des ouvriers qui lui auraient dit cesser de chercher l'argile, aussitôt qu'à des profondeurs très variables ils rencontrent des cailloux..... » J'ai dit : « Dans un petit bois se trouvent des trous d'extraction d'argile où l'on rencontre les cailloux à des profondeurs variables ; mais d'après le témoignage des ouvriers, aussitôt qu'on les rencontre, on cesse de chercher l'argile. » Il y a dans cette phrase deux parties, la première est relative à ce que j'ai vu, et j'ai vu en effet des monticules de cailloux pointer à travers la couche d'argile et à des niveaux différents, comme l'indique le diagramme que j'ai donné *loc. cit.*, p. 424, fig. 1). J'ai ajouté que, d'après le témoignage des ouvriers, on cessait de chercher l'argile sous les cailloux. M. d'Orbigny me fait donner une coupe théorique appuyée uniquement sur le témoignage des ouvriers, auquel le tout aurait été emprunté. Je n'aime pas à délayer mes descriptions ; la note sur les poudingues de Nemours, si vivement attaquée par M. d'Orbigny, n'a pas trois pages, j'avais cherché cependant à la rendre claire et intelligible.

Les faits cités par M. Ch. d'Orbigny ne me paraissent nullement infirmer ce que j'ai dit. Ne serait-il pas possible que M. d'Orbigny n'ait point eu affaire aux poudingues inférieurs, mais bien à l'assise de sable et grès quartzeux supérieure à l'argile plastique, épaisse de 5 à 6 mètres, que j'ai citée, soit aux environs de Paris à la porte d'Auteuil (*loc. cit.*, p. 419), soit au Fay? Ce sable renferme des bancs de grès qui peuvent contenir des cailloux roulés, et l'hypothèse que présente M. Ch. d'Orbigny pour expliquer leur présence au-dessus de l'argile plastique, présence qui n'a rien de contraire à ce que j'ai dit, a été indiquée par moi-même dans la note citée ci-dessus, pour rendre compte de l'abondance des cailloux dans le calcaire lacustre. Mais il est probable que bien d'autres ont eu cette idée avant nous.

Je passe maintenant à la partie du travail de M. d'Orbigny, relative à l'âge des sables coquilliers d'Ormoy, sur lesquels j'ai inséré en 1851 une note d'une page et demie.

M. Ch. d'Orbigny dit que la découverte de ce nouveau gisement

aurait été d'une grande importance, parce que « il pouvait être assimilé jusqu'à un certain point à l'étage des faluns. » Il ne faut pas m'attribuer cette opinion, qui signifie, ainsi exprimée, que le banc coquillier d'Ormoy aurait pu être le représentant des faluns de Touraine (*étage falunien* de d'Orbigny); je proteste contre un pareil rapprochement.

M. Ch. d'Orbigny dit que j'ai *cru découvrir* cette assise marine, d'abord à la côte Saint-Martin. C'est complétement inexact. Jamais rien de semblable n'est sorti de ma plume. Je sais bien ce qui a trompé M. d'Orbigny, mais il est inutile d'entrer dans des détails qui n'ont aucune importance scientifique.

M. Ch. d'Orbigny souligne les mots *générale et approximative* dont j'ai qualifié la coupe des environs d'Ormoy. Il aurait dû comprendre que ces épithètes s'appliquaient aux épaisseurs du calcaire de Beauce et de la masse principale des sables. Quant aux assises 5 et 6, c'est-à-dire au banc de sable à coquilles marines de 1 mètre, et au lit de marne à paludines de $0^m,40$, qui formaient seuls l'objet spécial de ma note, il n'y avait dans leur désignation rien d'hypothétique.

La coupe d'Ormoy, telle que M. Ch. d'Orbigny la donne, n'a aucun rapport avec la mienne, cela est incontestable; et sur ce point j'abonde dans son sens. La discuter en détail est donc parfaitement inutile. Je ne ferai pas à M. Ch. d'Orbigny l'injure de lui dire qu'il n'a pas trouvé les *Cardita Barteroti*, Desh., et *Murex Bronnii*, au-dessous de 34 mètres d'une part, de 50 mètres de l'autre de sables. Si M. Ch. d'Orbigny a fait cette découverte, elle est nouvelle; ce n'est pas cette couche fossilifère que j'ai signalée; mais ce que je puis difficilement laisser passer, ce sont les conclusions qui terminent la note. La première combat une opinion que l'auteur m'attribue à tort. La deuxième déclare qu'une couche que j'ai vue, que cent personnes ont vue, n'existe pas (1). La troisième, que la faune de cette couche est la même que celle de Jeurre.

J'affirme que la faune d'Ormoy signalée par moi, est essentiel-

---

(1) En supposant, ce que je me garderai bien de nier, que j'aie pu faire les erreurs que m'attribue M. d'Orbigny, comment ces erreurs n'auraient-elles point frappé les vingt ou vingt-cinq géologues qui, le 5 septembre 1855, vérifiaient les faits indiqués par moi, géologues parmi lesquels on comptait MM. Dumont, Graves, de Verneuil, etc.?

lement différente de celle de Jeurre par la présence d'un nombre immense de coquilles appartenant, il est vrai, à un petit nombre d'espèces, mais dont quelques-unes, comme *Potamides Lamarkii*, Brong., *Cardita Basteroti*, plusieurs espèces nouvelles de *Murex*, *Cerithium*, etc., et surtout une prodigieuse abondance de *Paludina Dubuissoni*, ne se rencontrent pas dans la couche de Jeurre. Je certifie que cette assise est à la partie supérieure de la masse sableuse immédiatement au-dessous du calcaire d'eau douce.

Je passe maintenant à des critiques beaucoup plus anciennes, car elles remontent à 1855.

M. d'Orbigny a présenté à la Société, le 2 septembre 1855, un tableau synoptique résumant les *nombreux documents géologiques qu'il réunissait depuis plus de vingt ans sur les environs de Paris.* Tous les éléments en sont, dit-il, puisés dans plus de cent coupes isolées, prises dans des localités différentes, etc.

Si l'on compare ce tableau au précédent, publié, je crois, en 1848, on verra que dans celui-ci le calcaire à *Physa gigantea*, de Rilly, est intercalé entre l'argile plastique de Meudon, et l'argile à paludines et à Anodontes de cette même localité, qui forme la partie supérieure du conglomérat.

Dans le tableau de 1855, le calcaire de Rilly est placé à la partie supérieure du terrain crétacé ; mais en présentant ce tableau qui venait de paraître, M. Ch. d'Orbigny change d'opinion, et dit que dès maintenant il se détermine, après un nouvel examen, à rattacher cette assise au terrain tertiaire dont elle formerait ainsi la partie la plus inférieure.

Je ne saurais me plaindre de cette conversion, mais pourquoi M. d'Orbigny n'a-t-il pas, en présentant son tableau, nommé l'auteur et le défenseur de cette opinion, à laquelle il se rallie après tant d'oscillations, quand surtout il allait avoir à le combattre quelques pages plus loin. Ceci m'amène à faire à cette attaque déjà ancienne, de notre confrère, un mot de réponse :

M. d'Orbigny met dans le calcaire pisolitique le conglomérat de Bougival, le sable et la marne calcaire qui le surmonte, parce qu'il y trouve des fragments de calcaire pisolitique. Pour lui l'argile plastique exploitée est la base du terrain tertiaire. Or, il est incontestable que ces fragments sont la plupart roulés. Les gros fragments que j'ai eu occasion de montrer à un grand nombre de géologues, et notamment à sir Ch. Lyell, étaient entourés de petits cailloux également de calcaire pisolitique très roulés et collés à la surface. C'est donc un conglomérat indiquant une action des

eaux violente et prolongée, ayant détruit le calcaire pisolitique déjà très dur. Mettre cette assise dans le calcaire pisolitique est une conception tellement inattendue que je ne la discuterai pas. A ce compte, le conglomérat à *Gastornis* et à *Coryphodon* de Meudon, serait aussi du calcaire pisolitique, car il est rempli de petits fragments de cette roche.

J'ai aussi lieu de m'étonner que M. Ch. d'Orbigny ait présenté ma coupe (*loc. cit.*, p. 428, fig. 4), de manière à en tirer des conclusions bien étranges, car il me fait (*Bull.*, 2e série, t. XII, p. 1284 lig. 1) mettre une assise régulière de calcaire pisolitique, d'une part, au milieu du conglomérat à ossements, et de l'autre, au milieu de l'argile plastique; tandis que la coupe fig. 5, que j'ai donnée et qui n'est que la réunion de plusieurs coupes réelles, montre que cette assise ne cesse jamais de faire partie du calcaire pisolitique.

Telle est la réponse que j'avais promise (*Bull.*, 2e série, t. XII, p. 1285); je ne l'aurais pas faite sans les nouvelles critiques de notre confrère. Un silence prolongé indiquerait de ma part, à l'égard d'un géologue qui a certainement rendu à la science de nombreux services, des sentiments de dédain ou d'indifférence qui ne sont pas les miens. Je tiens à ce que la vérité reste entière, et je tâche de la maintenir sans entrer dans des détails que mes précédentes notes rendent inutiles. C'est bien à mon grand regret que j'occupe de cette manière les pages de notre *Bulletin;* j'espère que la Société reconnaîtra que j'y ai été contraint.

Quant à savoir lequel de nous deux, M. Ch. d'Orbigny et moi, a raison, par exemple sur le fait le plus saillant de la discussion, sur la couche marine supérieure d'Ormoy, je ne crois pas pouvoir mieux faire que d'offrir à mon contradicteur de l'accompagner, dès qu'il le voudra, à Ormoy, et de lui faire reconnaître la réalité de ce que j'ai dit.

M. d'Orbigny, en répondant à M. Hébert, présente une coupe de la colline d'Ormoy.

M. Gosselet présente au nom de M. Horion la note suivante :

Note sur le calcaire devonien de Visé, par Charles Horion, docteur en sciences et médecine.

Occupé d'un travail sur la géologie des environs de Visé, je crois pouvoir soumettre à la Société quelques observations sur le calcaire devonien de cette localité. Sans rechercher ici à qui appartient la priorité de sa découverte, je dirai que M. de Ryckholt l'avait déjà signalé dans ses *Mélanges paléontologiques* (t. XXIV des *Mémoires des savants étrangers de l'Académie de Belgique*). Ce savant y cite plusieurs espèces dont j'indiquerai plus loin quelques-unes. Malheureusement il ne connaissait ce calcaire qu'en un seul point, de sorte qu'il n'a pu y établir de division [bien qu'il la soupçonne (page 9)], et qu'il réunit des fossiles qui appartiennent à deux horizons très distincts. J'ai reconnu, en effet, l'un de ces horizons, le supérieur, dans quatre endroits différents, et l'inférieur dans au moins dix.

1° Les schistes de Famennes, à *Spirifer Verneuilli*, n'existent pas ici entre les calcaires carbonifère et devonien. Seulement on voit parfois la partie supérieure de ce dernier imprégnée d'une matière verte onctueuse pyritifère, qui pourrait en être l'indice minéralogique, mais qui ne renferme pas de fossiles.

Je crois pouvoir revendiquer comme mienne la découverte de la superposition directe des deux calcaires. En effet, M. de Ryckholt l'indique bien dans le seul point où il connût le devonien; mais le calcaire carbonifère n'y existe pas, et par conséquent il n'y a pas là non plus mélange des deux faunes, comme il l'annonce. Ce mélange n'existe du reste nulle part, excepté peut-être dans deux points très circonscrits dont je parlerai dans mon futur travail. Il ne peut donc provenir que de la confusion que font les ouvriers des deux roches et de leurs fossiles, quand on n'a pas la précaution, comme je l'ai fait, de les recueillir soi-même. Du reste, la distinction des deux calcaires est généralement facile : j'ai reconnu, en effet, qu'à Visé, la dolomie ne renferme jamais que des fossiles devoniens, et comme elle imprégne presque tout le calcaire de ce nom, on peut souvent dire que là où la dolomie s'arrête, commence le calcaire carbonifère, ce que les fossiles de ce dernier viennent ensuite confirmer. On peut vérifier ce fait dans trois carrières des bords de la Meuse, où je l'ai le premier constaté; dans la carrière du fond de la gorge, au nord du four à chaux de Richelle ; dans la carrière de ce four même ; enfin, plus au sud, dans celle qui aboutit à la route, vis-à-vis du kiosque du

sommet de la montagne. J'ajouterai un rocher non exploité qui se trouve sous le bois de Richelle, puis un autre à la fin du chemin dit des Horres, à Visé. Cependant généralement, c'est le terrain houiller inférieur de Dumont (millstone grit), qui repose sur le calcaire devonien, le calcaire carbonifère s'étant en quelque sorte dérobé lors du soulèvement.

2° L'étage devonien, que je considère comme le supérieur (la stratigraphie ne le montre pas nettement), est un calcaire dolomitique caractérisé par l'énorme accumulation de ses brachiopodes. L'absence des ouvrages nécessaires me met dans l'impossibilité d'en donner la liste complète en ce moment. Mais les suivants suffiront pour constater son identité. L'astérisque, de même que dans la liste qui suivra, indique les fossiles cités par M. de Ryckholt.

* *Terebratula cuboides*, Sow. (1).
— *bijugata*, Schnur.
— *pugnoides*, Schnur.
* — *concentrica*, v. Buch.
— *aptycta*, Schnur.
Spirifer heteroclytus, v. Buch.
— *pyramidalis ?*, Schnur.
— *inflatus*, Schnur.
Porcellia radiatus ?, d'Orb.
Natices.
Orthocères, 2 esp.
Goniatites retrorsus ?, d'Orb.

Tous ces fossiles se trouvent dans les mêmes blocs. Ce calcaire forme donc l'étage à *Terebratula cuboides* de M. Hébert (cours de 1858-59.) On peut le voir sur le bord de la Berwine, au sud du four à chaux de Bridgebau, en trois points alignés suivant la direction du terrain, laquelle ne peut être prise autrement, la stratification n'étant nulle part apparente. Je l'ai observé en outre dans le chemin dit des Horres et dans les deux carrières au sud de celle du four de Richelle.

3° Le schiste à goniatites de Budesheim, placé par M. Hébert en dessous du niveau précédent, n'existe pas ici, à moins qu'il ne soit représenté par les goniatites et les orthocères (sans clyménies) que l'on trouve mêlés à la *Terebratula cuboides* dans l'étage précédent.

---

(1) Ce fossile, cité par M. de Koninck dans le calcaire carbonifère, n'y existe jamais, non plus que le *Spirifer heteroclytus* très probablement.

4° Le calcaire qui forme à Visé la partie inférieure du devonien est également dolomitique, et m'a présenté de nombreux fossiles dont voici quelques-uns :

* *Stromatopora polymorpha*, Goldf.
* *Alveolites cervicornis*, d'Orb.
— *spongites*, d'Orb.
— *tuberosa*, d'Orb.
— *fibrosus*, d'Orb.
Lithostrotion ananas, d'Orb.
Cyathophyllum hexagonum ?, Goldf.
— *ceratites*, Goldf.
* — *dianthus*, Goldf.
Spirifers et Pentamères.
* *Dentalium antiquum*, Goldf.
* *Pleurotomaria canaliculata*, Rœm.
Murchisonia bilineata ?, d'Arch. et de Vern.
* *Turbo Wurmii*, Rœm.
* *Euomphalus radiatus*, d'Orb.
* — *articulatus*, d'Orb.
Natices, 3 espèces.
* *Macrocheilus arculatus*, Phil., abondant.
Goniatites et Orthocères.

Cet étage est surtout caractérisé par la grande abondance des stromatopora et des alvéolites.

Je crois pouvoir le rapporter au calcaire de l'Eifel ou de Givet, bien que jusqu'à présent je n'y aie pas trouvé de strigocéphale. Jusqu'à présent aussi les fossiles que j'ai cités n'ont été trouvés par moi que dans l'étage auquel je les ai rapportés. Seul, le *Spirigerina reticularis*, d'Orb., m'a paru passer de l'un à l'autre, mais excessivement rare dans l'étage inférieur, il devient au contraire assez commun dans le supérieur.

Ce niveau inférieur peut être observé sur la rive gauche de la Berwine, au sud de l'étage précédent, puis sur la rive droite de la Meuse, dans les quatre carrières citées plus haut. Enfin il forme dans le chemin des Horres plusieurs rochers, les seuls qui fussent connus avant moi comme appartenant au devonien. Le premier de ces rochers, situé au nord du chemin, dans une prairie, est celui qu'à indiqué M. de Ryckholt. Le troisième présente la superposition verticale du calcaire à *Terebratula cuboides* sur celui de Givet. L'ensemble de ces rochers a été seul indiqué comme devonien, par Dumont, dans sa carte.

5° Je n'ai pas trouvé à Visé de schiste à calcéole, ni de roche

calcaire ou autre renfermant ce fossile, de sorte que l'étage précédent y forme la base des terrains primaires visibles.

Je crois donc pouvoir établir que le calcaire devonien existe sur la rive droite de la Meuse (1) et sur la rive gauche de la Berwine à Visé; qu'il peut se diviser en deux étages très distincts dont l'inférieur représenterait le calcaire de l'Eifel ou de Givet, et le supérieur, le calcaire à *Terebratula cuboides*, sans interposition de schiste à goniatites; enfin, qu'il y a superposition directe du calcaire carbonifère sur le devonien, sans interposition de schistes de Famennes à *Spirifer Verneuilli*, fait qu'on avait annoncé d'après le mélange de fossiles reçus des ouvriers, mais qu'on n'avait pu asseoir sur aucune preuve positive.

M. Binkhorst fait la communication suivante :

Sur la craie de Maestricht et sur les fossiles de cette localité; par M. Binkhorst van den Binkhorst.

Depuis notre publication de la première partie de l'ouvrage intitulé : *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du duché de Limbourg, et plus spécialement de la craie tuffeau*, nous avons continué nos recherches qui ont amené la découverte de nouvelles couches intéressantes, par la faune spéciale que l'une d'elles renferme. Nous croyons aujourd'hui pouvoir communiquer à la Société géologique la série complète des couches du dépôt crétacé du Limbourg, décrite, à l'exception de deux couches supérieures dont nous venons de constater l'existence, dans notre ouvrage ci-dessus mentionné.

La craie tuffeau du Limbourg repose sur la craie blanche à silex noirs, dont les couches plongent au nord-ouest sous un angle d'environ 52 minutes; les marnes sans silex la limitent et l'entourent au sud, à l'ouest et à l'est. Au nord, elle est, pour ainsi dire, coupée par les dépôts tertiaires et quaternaires.

Elle s'étend depuis les lambeaux de Ciply en Hainaut et de Jauche en Brabant, par Otrange, Sluse, la montagne de Saint-Pierre, jusqu'à Kunraad et Vetschau, à 6 kilomètres d'Aix-la-Chapelle, et l'ellipse allongée qu'elle forme dans le Limbourg occupe une étendue de 16 kilomètres de longueur, sur 10 kilomètres de largeur (entre Meerssen et Ryckholt).

---

(1) Excepté celui du chemin des Horres.

Sous le microscope elle montre des fragments de carbonate de chaux, avec de nombreuses coquilles de foraminifères, valves d'entomostracés, spicules de spongiaires, débris d'autres testacés et quelques rares grains de glauconie.

Coupe générale.

1. Terre végétale.
2. Loess avec restes de *mammouth*, etc., 10 mètres.
3. Cailloux roulés. Dépôt de transport de la Meuse, avec pierres cornées renfermant des fossiles de la craie et des restes de *mammouth*, etc., 3, 4, à 20 mètres.
4. Époque tertiaire représentée par des sables siliceux à paillettes de mica, de différentes nuances, glauconifères, et des argiles, disséminés en lambeaux sur la surface du sol et sans restes organiques, à l'exception des couches contenant des fossiles de l'étage tongrien supérieur de Dumont, 1/2 mètre à 2 mètres.
5. Presque immédiatement sous le sable tertiaire, à Genchen, près Meerssen, où la craie supérieure est de plusieurs mètres plus puissante qu'à Saint-Pierre et Fauquemont, une première couche fossilifère la traverse ; elle est formée de petits cailloux entremêlés de débris de bryozoaires, fragments de *Cidaris Faujasi*, etc.
6. Trois mètres plus bas, une seconde couche fossilifère traverse d'une manière irrégulière la craie jaune. Elle est épaisse de 3 à 4 pouces, et est facile à reconnaître par ses taches vertes de glauconie. Elle forme une agglomération de baguettes de *Cidaris Hardouini*, Desor, par milliers d'individus, de dents de Requin, Corax, Lama, *Otodus virgulina*, *Notidanus*, et de petites dents de *Sphærodus* rappelant l'espèce tertiaire *Sphærodus parvus*, Ag. Tous ces fossiles, à peu d'exceptions près, ont beaucoup souffert par le transport. Elle contient aussi des bryozoaires, et une espèce d'Isis nouvelle pour notre craie.
7. Craie tuffeau avec *Hemiaster prunella* fort abondant, *Faujasia apicialis*, *Hemipneustes radiatus*, etc. Quelquefois elle est fort dure, et contient alors un grand nombre de moules et d'empreintes de fossiles ; entre autres, de nombreuses espèces de gastéropodes, parmi lesquelles M. Hébert a déjà constaté la présence d'espèces de la craie pisolithique de France. Elle contient aussi une Ammonite, nov. sp., probablement la dernière de l'époque crétacée.
8. Couche de bryozoaires, de 20 à 80 mètres, avec *Hippurites Lapeyrousii*, Goldf.
9. Couche fort dure, perforée par les lithophages, renfermant un grand nombre d'entozoaires ; 60 à 70 centimètres.
10. Craie tuffeau, 6 mètres.
11. Couche fort dure et compacte, crevassée, fort riche en fossiles (bivalves, entozoaires, empreintes de gastéropodes), de plu-

sieurs espèces de gastéropodes, et une Ammonite qui est probablement la dernière de l'époque crétacée, et *Hippurites Lapeyrousii*, Goldf.; 1/4 de mètre.

12. Seconde couche de bryozoaires, de 1/2 à 1 mètre d'épaisseur, contenant un banc d'Huîtres, ainsi que beaucoup d'autres bivalves, rudistes, et le plus grand nombre des espèces de brachiopodes de notre craie supérieure.

13. Couche très dure, perforée par les lithophages, crevassée en tous sens, et renfermant un grand nombre de concrétions lenticulaires qui ont dû séjourner au fond de la mer, car elles sont couvertes de Cellépores, Serpules, etc., de nombreuses empreintes d'entozoaires, et cinq espèces de rudistes tous appartenant à la quatrième zone de rudistes de M. d'Orbigny, de l'étage sénonien ; 1/2 mètre à 1 mètre d'épaisseur.

14. Craie tuffeau qu'on extrait à Saint-Pierre, 12 mètres. Elle est traversée par une couche de 1/2 mètre, vrai banc d'Huîtres, quelquefois fort dure, dans laquelle nous avons encore recueilli *Hippurites Lapeyrousii*, et par une autre couche endurcie formant à Fauquemont le plafond des carrières, de l'épaisseur de 1/2 mètre. 4 mètres de la partie inférieure de cette assise sont exploités aujourd'hui à Fauquemont.

15. Couche de 15 centimètres à 1/2 mètre, troisième couche de bryozoaires, quelquefois fort dure, renfermant au Schaasberg plusieurs espèces nouvelles pour notre craie et pour la science, ainsi qu'un assez grand nombre d'individus d'une Ophiure.

16. Couche pétrie de *Dentalium Mosæ*, Bronn, et d'un grand nombre de gastéropodes; 15 à 20 centimètres.

17. Craie tuffeau avec rognons de silex gris, éparpillés dans la masse; 10 mètres.

18. Quatrième couche de bryozoaires, formant la couche supérieure du dépôt des marnes de Kunraad, Bensenraad, Huls, près de Simpelveld et Vetschau.

19. Marnes de Schaasberg, près de Fauquemont, Ransdahl, Kunraad, Bensenraad, Huls, près de Simpelveld et Vetschau, couches dures alternant avec des couches plus friables. Presque toutes les espèces de fossiles appartiennent à la faune de la craie tuffeau. Le dépôt de Kunraad est traversé horizontalement par trois couches fossilifères : la première, véritable couche de bryozoaires, mais dont les individus sont presque tous roulés; la seconde, contenant un grand nombre de moules de bivalves et de gastéropodes, de bryozoaires, et la troisième pour ainsi dire pétrie de *Dentalium Mosæ*, Bronn. Au Schaasberg, en dessous des rails du chemin de fer d'Aix-la-Chapelle à Maestricht, il y a une couche formant une agglomération de moules d'une petite Turritelle dont elle est pour ainsi dire pétrie.

A Ransdaal et dans les environs de Kunraad, tout ce dépôt, y compris sa couche de bryozoaires, est couvert par la craie tuffeau grise, à silex gris, qui, à Saint-Pierre, etc., sépare la

craie tuffeau jaune de la craie blanche à silex noirs, sur laquelle repose, près de Kunraad et Simpelveld, le dépôt de marne dont nous nous occupons en ce moment, ainsi que la marne de Vetschau, comme M. Debey l'avait déjà remarqué. L'épaisseur de ce dépôt est de 30 mètres.

Nous considérons tout ce dépôt que caractérise encore d'une manière toute particulière la présence de tiges cylindriques contournées, différentes des gyrolithes des sables verts, dans toutes les marnières que nous venons de signaler, comme la partie inférieure du dépôt de la craie tuffeau.

20. Couche d'un vert foncé, d'une épaisseur de 5 centimètres, renfermant beaucoup de petites concrétions ressemblant à des coprolithes de poissons et de débris organiques.
21. Craie blanche à silex noirs, dans laquelle nous avons observé en plusieurs endroits des bancs de pierres cornées (hornstein), d'une épaisseur de 9 à 60 mètres (à Saint-Pierre).
22. Marnes sans silex, d'une épaisseur de 4, 5 à 20 mètres.
23. Marnes dont le carbonate de chaux a été dissous en partie, et enlevé par l'action lente et séculaire de l'eau atmosphérique. Deux couches d'argile sans fossiles la traversent près de Simpelveld. Puissance, 10 à 12 mètres.
24. Sables verts à gyrolithes et à *Belemnitella quadrata*, avec bancs endurcis contenant un grand nombre d'empreintes et moules d'êtres organisés, et quelquefois des rognons siliceux remplis de ces mêmes fossiles admirablement bien conservés, mais dont le test est changé en calcédoine.
25. Couche de cailloux roulés.
26. Sable d'Aix-la-Chapelle.
27. Terrain houiller.

La faune de la craie tuffeau seulement, indiquant les côtes et leur voisinage, se compose autant que nous avons réussi à la compléter, d'environ deux cent cinquante et un genres et sept cent quatre-vingt-dix-sept espèces, parmi lesquelles deux cent cinquante, non compris les bryozoaires, ne descendent pas plus bas que la craie tuffeau, et les autres espèces continuent, en partie jusqu'à la craie marneuse sans silex et en partie jusqu'au sable d'Aix-la-Chapelle.

Voici un tableau approximatif de la répartition de ces genres et espèces dans les différentes classes.

	GENRES.	ESPÈCES.
Reptiles	4	4
Poissons	14	28
Crustacés	30	89
Céphalopodes	8	17
Gastéropodes	20	80
Cormopodes	35	115
Brachiopodes	10	35
Bryozoaires	60	280
Annélides	5	17
Crinoïdes	4	5
Échinodermes	3	42
Entozoaires	15	33
Foraminifères	18	39
Spongiaires	5	13
	231	797

Le catalogue des fossiles de Maestricht, publié par M. d'Omalius d'Halloy, et rédigé par M. H. Nyst, contient trois cent quarante-cinq espèces. Notre catalogue contient donc quatre cent cinquante-deux espèces de plus, représentées, à très peu d'exceptions près, dans notre collection.

En étudiant soigneusement la faune de chaque couche de tout le dépôt de la craie du Limbourg, nous avons acquis la preuve certaine qu'il appartient en entier à l'époque sénonienne par la continuation, dans toutes les couches jusqu'au sable d'Aix-la-Chapelle, d'une centaine d'espèces dont nous donnons la liste dans notre ouvrage, et par l'absence des espèces caractérisant les étages au-dessous de l'étage sénonien.

La craie jaune supérieure d'une couleur grise dans son assise inférieure, caractérisée par un grand nombre d'espèces dont notre *Esquisse* donne aussi la liste, recouvre la craie blanche à silex noirs qui ensuite devient marneuse en perdant ses rognons de silex, et se chargeant de glauconie au fur et à mesure qu'elle se rapproche du sable vert; lequel sable glauconieux, d'abord plus ou moins calcarifère, devient de plus en plus siliceux et est séparé du sable d'Aix-la-Chapelle par une mince couche de cailloux roulés.

Tout le dépôt, à l'exception peut-être du sable d'Aix-la-Chapelle, est fossilifère, ou plutôt il est traversé horizontalement par un certain nombre de couches fort riches en fossiles, contenant des exemplaires d'un certain nombre d'espèces qu'on rencontre dans toutes les couches et d'autres espèces qui sont particulières à

une seule et indiquent le temps considérable qui quelquefois a dû s'écouler entre leur dépôt.

La craie tuffeau qui les sépare ne contient ordinairement qu'un petit nombre d'individus des espèces de la couche qui les recouvre et de celle sur laquelle elle repose.

Nous avons reconnu quatre groupes plus ou moins circonscrits par une différence pétrographique et par un certain nombre d'êtres organisés, mais appartenant à la même époque sénonienne :

Craie tuffeau comprenant aussi le dépôt du Schaasberg, près de Fauquemont, celui de Ransdaal, Huls, près de Simpelveld, Kunraad, Bensenraad, Vetschau et les couches supérieures de Ciply, de Folx-les-Caves et Jauche en Belgique.

Craie blanche à silex noirs et marnes sans silex.

Sables verts à *Belemnitella quadrata.*

Sables d'Aix-la-Chapelle.

M. Ch. d'Orbigny fait la communication suivante :

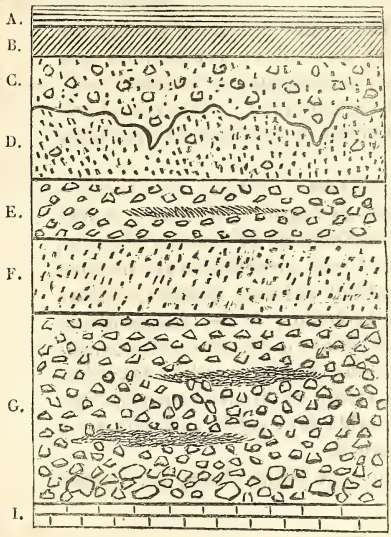
Sur le diluvium à coquilles lacustres, de Joinville (*Seine*) ; par M. Charles d'Orbigny (1).

A la dernière séance, j'ai eu l'honneur de signaler à la Société géologique l'existence d'un nouveau et riche gisement de coquilles fluviatiles et terrestres intercalé au milieu du diluvium gris à blocs erratiques, qu'on exploite actuellement à la station de Joinville-le-Pont, à une lieue au S.-E. de Vincennes. Comme tous les faits nouveaux qui se rattachent à l'époque diluvienne me semblent avoir un grand intérêt, à raison de l'incertitude qui règne encore relativement à cette importante partie de la géologie, je crois utile de donner quelques détails sur le gisement dont il s'agit.

La sablière diluvienne de Joinville offre diverses assises parfaitement distinctes qui me paraissent devoir être rapportées à plusieurs époques géologiques ainsi que le représente la figure suivante.

---

(1) Cette note a été présentée à l'Académie des sciences le 21 novembre 1859.



Après avoir indiqué, à l'aide d'une figure, le faciès général du diluvium de Joinville, je vais en donner la coupe descriptive et détaillée :

A. Sol végétal mélangé de loess.

B. Loess ou lehm (aux environs de Bicêtre, il a plusieurs mètres de puissance) . . . . . $0^m,30$

C. *Diluvium rougeâtre*, formé de sable quartzeux, très argileux et ferrugineux, avec nombreux galets et graviers. $0^m,70$

D. *Sable un peu marneux*, d'un gris blanchâtre, avec quelques rares galets disséminés seulement sur certains points de la couche. Ce dépôt, qui à Joinville forme une zone très distincte, ne contient point de coquilles fossiles. . . . $0^m,75$

E. *Diluvium gris*, à galets granitiques et porphyriques, présentant sur quelques points des fragments de coquilles fluviatiles et terrestres presque toujours brisées, et probablement détachées de la couche coquillière F, sur laquelle repose cette assise. Au milieu de ce dépôt est une petite zone d'environ *cinq centimètres* d'épaisseur et non continue de sable marneux sans coquilles ni galets. . . . . $0^m,50$

F. *Couche lacustre* de sable marneux blanchâtre, plus ou moins fin, contenant parfois soit des zones de calcaire niviforme, soit, comme le loess, des rognons géodiques de marnolite. Cette couche renferme quelques débris

A reporter. . . $2^m,25$

Report. . . $2^m,25$

de mammifères, de reptiles, et une multitude prodigieuse de coquilles terrestres et fluviatiles d'une parfaite conservation (voy. ci-après l'énumération de ces coquilles). $0^m,70$

G. Diluvium gris à éléments granitiques, formant un dépôt tumultueux à la base duquel se trouvent de gros blocs erratiques . . . . . $2^m,70$

Ce diluvium gris inférieur contient sur certains points: 1° quelques débris de coquilles terrestres et fluviatiles; 2° des Cérites, des Natices, et d'autres coquilles marines roulées qui ont été arrachées aux terrains préexistants, notamment au calcaire grossier, et aux sables et grès dits de Beauchamp; 3° des ossements de mammifères tels que des dents d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus*. Enfin, au milieu des galets qui constituent ce diluvium, se trouvent parfois des zones non continues de sable sans galets ayant de 20 à 30 centimètres de puissance.

H. Travertin inférieur (calcaire de Saint-Ouen) sur lequel repose le diluvium.

Puissance totale. . . . . $5^m,65$

Cette coupe, complémentaire de celle que j'ai publiée en 1855, sur le diluvium coquillier de Charonne (1), me semble confirmer l'opinion que j'ai déjà émise, savoir :

1° Que le diluvium parisien doit être considéré comme composé de plusieurs zones de nature et d'âge différents.

2° Qu'entre les dépôts du diluvium rouge et du diluvium gris à gros blocs erratiques, et même avant la fin de ce dernier dépôt, il y a eu une période de tranquillité assez longue, durant laquelle les environs de Paris présentaient de vastes lacs où ont vécu des myriades de coquilles fluviatiles.

J'ai recueilli dans la couche lacustre de Joinville une nombreuse collection de ces coquilles, que M. Hupé a eu l'obligeance de déterminer avec beaucoup de soin. Elles se rapportent à 18 genres et à 38 espèces distinctes qui toutes ont encore leurs analogues à l'état vivant aux environs de Paris, à l'exception cependant de quatre espèces qui sont du midi de la France.

En voici la liste :

Helix nemoralis, Linn.
— *pulchella*, Müll.
— *hortensis*, Müll.

(1) *Bulletin*, 2e série, t. XII, p. 1295, 1855.

Helix hispida, Linn.
— *carthusiannella*, Müller (du midi de la France).
— *plebeium*.
— *striata*, Drap.
— *ericetorum*, Müller.
Zonites (genre réuni aux Hélix par quelques auteurs).
Valvata piscinalis, Müller.
— *depressa*, Pfeiff.
Bulimus folliculus.
— *lubricus*, Brug. (*B. cylindricus*, Moq.).
Pupa umbilica, Drap
Vertigo muscorum (*Pupa*), Drap.
Succinea putris, Ferr. (*Helix putris*, Lin.).
— *oblonga*, Drap. (du midi de la France).
Limnea palustris, Drap.
— *auricularia*, Lamk.
— *ovata*, Lamk. (*Limnæa limosa*, Moq.).
Planorbis corneus, Lamk.
— *marginatus*, Drap.
— *carinatus*, Müller.
— *albus*, Müller.
— *vortex*, Müller.
Ancylus fluviatilis, Müller.
Cyclostoma elegans, Drap.
Paludina achatina, Lam.
Bythinia tentaculata, Stein (*Paludina impura*, Brard).
Opercules de *Bythinia tentaculata*.
Bythinia marginata, Dupuis (du midi de la France).
Paludestrina (du midi de la France).
Cyclas cornea, Lamk. (*Sphærium*, Bourguignat).
— *rivicola*, Leach (*Sphærium rivicola*, Bourg.).
Pisidium amnicum, Jenyns.
— *pusillum*, Jenyns.
Unio littoralis, Cuv. (*U. rhomboidum*, Moq.).
Dreissena polymorpha, Van Beneden.

La présence de ces nombreuses coquilles, dans les alluvions anciennes de Joinville, ne peut pas être attribuée à des causes actuelles, à un débordement de la Marne ou de la Seine, puisque la zone qui les renferme est recouverte par des dépôts en place, incontestablement diluviens, dont les éléments mêmes (galets de granite, de porphyres, etc.) indiquent un transport cataclysmique. D'ailleurs la zone à coquilles lacustres, qui fait l'objet de cette note, se voit toujours exactement dans la même position relative; elle n'est point accidentelle puisqu'elle se présente sur une très grande étendue, des deux côtés de la Seine, depuis Bicêtre jusqu'au delà de Vincennes et de Joinville. Enfin je puis

ajouter qu'à Gentilly, il existe, rue du Pont-Neuf et à environ *cinquante mètres au-dessus du niveau de la Seine*, une couche lacustre analogue à celle de Joinville, quoique moins riche en coquilles, fluviatiles et terrestres.

Je crois devoir aussi appeler l'attention de la Société sur le diluvium rouge des environs de Paris (assise C.^ de ma coupe de Joinville). Ce diluvium, à raison de l'argile ferrugineuse qui le colore fortement, semble au premier abord plus homogène que le diluvium gris erratique; mais ce n'est en réalité qu'une fausse appparence, car il suffit de le laver à plusieurs reprises et d'enlever toute la matière argilo-ferrugineuse pour constater que le résidu est composé exactement des mêmes éléments que le diluvium gris; c'est-à-dire que les galets de silex pyromaque et de silex meulier qui, après avoir été arrachés au sol parisien, forment aujourd'hui la base du diluvium rouge, sont toujours associés à un nombre considérable de galets et de graviers formés de quartz blanc, de roches granitoïdes et porphyriques qui proviennent, soit des montagnes du Morvan, soit d'autres contrées plus ou moins éloignées du bassin de Paris.

Cette observation est appliquable non-seulement au diluvium rouge de la butte aux Cailles, près la barrière de Fontainebleau, mais encore à celui de Gentilly, de Bicêtre, de Charonne et de presque tout le bassin parisien. Par conséquent le diluvium rouge des environs de Paris ne doit plus être considéré comme un dépôt local, résultant d'un transport peu prolongé. Sa composition indique évidemment, comme celle du diluvium gris, un transport cataclysmique violent et qui a eu lieu sur une très grande étendue.

Pour compléter l'énumération des diverses zones diluviennes connues dans le bassin parisien, je rappellerai que, sur les plateaux les plus élevés, il existe, *au-dessus du loess*, une assise de diluvium d'un jaune rougeâtre, toujours plus ou moins argilo-sableux, contenant une grande quantité de petits galets et graviers de quartz blanc et de granite. Cette assise qui, je le crois, a été signalée pour la première fois par M. Élie de Beaumont, est surtout bien caractérisée sur le vaste plateau de la Beauce, situé entre Étampes et Saclas. Une excavation faite à la surface de ce plateau (à 149 mètres au-dessus du niveau de la mer et à environ 125 mètres au-dessus du niveau de la Seine) m'a permis de voir l'intéressante coupe suivante, prise de haut en bas.

A. *Diluvium limoneux*, d'un jaune rougeâtre, avec petits galets et graviers de quartz blanc, de granite, etc., 2 mètres.

B. Loess absolument semblable à celui des environs de Paris, 1 mètre.
C. Sous-étage des meulières supérieures.

Une assise analogue de diluvium à galets granitiques et quartzeux se voit au-dessus du loess sur presque tous les points culminants du bassin parisien, tels qu'à Villejuif, Bicêtre et Meudon, près Paris, sur les plateaux d'Etréchy et de Saclas (Seine-et-Oise), dans la forêt de Fontainebleau (Côte de Bouron), etc.

Quant à l'âge relatif de ce diluvium jaunâtre des plateaux, comparé au diluvium rouge qui, aux environs de Paris, est inférieur au loess, je n'ose me prononcer. Je crois que l'ensemble des terrains diluviens correspond à une immense période qui doit être nécessairement divisée en plusieurs époques très distinctes ; mais il s'écoulera sans doute encore bien du temps avant que ces terrains, si complexes, soient parfaitement connus, avant qu'on se soit mis d'accord pour en expliquer l'origine.

En effet l'opinion de la plupart des géologues est que les cataclysmes diluviens ont eu pour causes prédominantes de fortes oscillations de l'écorce terrestre, des soulèvements de montagnes au milieu de l'Océan, d'où seraient résultées de grandes érosions. Par conséquent les puissants courants d'eau marine, auxquels on attribue ces érosions diluviennes, auraient dû laisser sur les continents des traces authentiques de leur passage, tels que de nombreux débris de coquilles de poissons et autres animaux marins analogues à ceux qui vivent actuellement dans la mer. Or, ainsi que M. Cordier l'a fait remarquer depuis longtemps à son cours de géologie, rien de semblable n'a été constaté. Sur tous les points du globe où l'on a étudié les dépôts diluviens, on a reconnu que, sauf quelques rares exceptions très contestables, il n'existe dans ces dépôts aucun fossile marin; ou bien ce sont des fossiles arrachés aux terrains préexistants, dont la dénudation a fourni les matériaux qui composent le diluvium. En sorte que les dépôts diluviens semblent avoir eu pour cause des phénomènes météorologiques, et paraissent être le résultat d'immenses inondations *d'eau douce*, et non d'eau marine qui, se précipitant des points élevés vers la mer, auraient dénudé une grande partie de la surface du sol, balayé la généralité des êtres organisés et pour ainsi dire nivelé, coordonné les bassins hydrographiques actuels.

M. Hébert demande à M. d'Orbigny s'il a quelquefois trouvé dans le loess des débris de vertébrés.

M. d'Orbigny répond qu'il n'en a jamais trouvé.

M. Lartet fait observer qu'il a été trouvé des débris d'éléphants au sein du loess marin dans le Midi.

M. Hébert rappelle que feu M. Berville a souvent trouvé dans le diluvium des coquilles marines actuelles, telles que *Littorina littorea*, *Buccinum undatum*, avec des débris d'éléphants, à Courcelles et à Batignolles.

M. Delesse rappelle aussi que M. Gratiolet a trouvé un morse dans le diluvium rouge de Montrouge.

M. Buteux lit la note suivante :

Sur les silex travaillés trouvés dans le diluvium ou terrain quaternaire, près d'Abbeville et d'Amiens; par M. Buteux.

Je viens appeler l'attention de la Société sur un sujet dont elle a déjà été entretenue, il y a quelques années : je veux parler des silex travaillés par les hommes, trouvés près d'Abbeville et d'Amiens, dans le terrain où l'on rencontre des ossements d'éléphant, de rhinocéros, d'hippopotame, etc. Cette découverte prévue par M. Boucher de Perthes, puis annoncée par lui lorsqu'elle a eu lieu par les ouvriers employés aux carrières, n'a guère trouvé que des incrédules jusqu'au moment où il a déclaré avoir recueilli lui-même de ces silex.

Ce fait a reçu récemment une confirmation, s'il en eût été besoin. En effet, MM. Prestwich et Flower, venus avec trois autres savants anglais, ont fait travailler des ouvriers à Saint-Acheul et ont été témoins de la découverte de silex travaillés dans la partie inférieure du terrain évidemment non remué, qui fait partie de l'étage détritique du terrain clysmien d'Alex. Brongniart. M. Gaudry, qui bientôt après s'est livré à de semblables recherches au même lieu, a trouvé lui-même plusieurs silex travaillés.

Si cette découverte ne saurait être contestée, le classement précis de l'étage auquel appartiennent ces couches de silex, peut être sujet à discussion. Les quelques mots suivants que je vais vous soumettre ont pour objet de contribuer à la résoudre. Je m'appuie sur l'étude des terrains de tout le département de la Somme à laquelle je n'ai pas cessé de me livrer depuis de longues années. Ce que j'ai publié et les notes récentes de MM. Prestwich et Gaudry me dispenseront d'entrer dans tous les détails.

Il est extrêmement probable que la partie inférieure de l'éocène a couvert la craie dans toute l'étendue du département. J'ai constaté

plus de quatre-vingt petits lambeaux de sables et grès de l'époque de ceux de Bracheux, de sables et de silex glauconieux, de fausses glaises avec de petits galets de silex et des lignites. Dans la Somme comme dans l'Oise, on trouve les argiles gris foncé avec *Ostrea bellovacina*, *Cyrena cuneiformis*, *Cerithium variabile*, etc. Lors du dépôt de ces terrains la surface de la craie offrait sans doute à peu près la forme actuelle.

Sur la craie où le terrain éocène manque, c'est-à-dire presque partout, on voit sur les plateaux et parfois sur les coteaux, le terrain caillouteux composé : 1° de silex anguleux ou dont les aspérités sont entières (silex demi-roulés de M. d'Archiac), parce qu'ils ont été pris en place ou ne sont pas venus de loin ; 2° d'argile rougeâtre ou brune, de sable roux, de craie en grains, en proportions diverses selon les lieux. Ces matières meubles, qui sont souvent plus abondantes qne les silex qu'elles entourent, sont très différentes du limon ou alluvion ancienne argilo-sableuse. Il en résulte que le terrain caillouteux et le limon qui lui est superposé ne sauraient appartenir à la même époque.

Lorsque sur les pentes du sol le terrain caillouteux n'existait pas, le limon a été déposé immédiatement sur la craie. On en voit la preuve dans le limon qui a rempli les concavités de la craie et existe encore après l'enlèvement de celui qui le recouvrait à l'entour. Le limon a été si évidemment emporté dans une partie du département, qu'il recouvrait peut-être presque entièrement, qu'on en trouve souvent dans sa situation primitive sur le côté sud des vallées même les plus petites, comme je l'ai fait observer il y a longtemps. L'existence du limon d'un seul côté des vallées a été depuis constaté par M. Dumont, en Belgique, et par M. Meugy dans les environs de Paris. En outre, on voit sur un des côtés de quelques vallées le limon présentant une face abrupte vers l'autre côté où il a été enlevé.

Les silex à croûte verdâtre, qui lors de l'enlèvement de la plus grande partie du terrain éocène avaient été entraînés dans le fond des vallées creusées dans la craie lors du retrait des eaux qui couvraient celle-ci, ont été roulés de manière à laisser voir leur couleur jaunâtre qui entoure la partie intérieure restée noire, ont été roulés, dis-je, par les eaux qui restèrent dans ces vallées, avec des silex provenant des terrains caillouteux des plateaux quand celui-ci a été déposé. Ces deux sortes de silex (silex roulés de M. d'Archiac, subanguleux de M. Prestwich) dont on distingue parfaitement l'origine différente, et dont les aspérités sont émous-

sées, furent portés par les eaux devenues plus puissantes : 1° sur la partie moyenne des coteaux, comme à Saint-Acheul, à Boves, à la station du chemin de fer ; 2° à la partie inférieure comme à Menchecourt, près d'Abbeville ; 3° sur les parties moyennes et supérieures des coteaux peu élevés, comme au moulin Quignon et au faubourg Saint-Gilles, près d'Abbeville. Dans tous ces terrains caillouteux on trouve de petits fragments de craie roulée, de petits galets de silex provenant des terrains éocènes qui avaient été détruits, quelques grès et des veines de sable blanc renfermant des coquilles terrestres et d'eau douce. A Menchecourt, il y a de plus tout à fait dans le bas, mêlées avec celles-ci, des coquilles marines appartenant à des espèces actuellement vivantes sur le littoral.

A Saint-Acheul, on voit d'abord, en commençant par le haut : limon avec quelques petits silex, 2 mètres ; lit horizontal de silex anguleux, 33 centimètres ; argile terreuse brune avec quelques silex, $0^m,50$; silex roulés, déposés irrégulièrement dans une argile sableuse rougeâtre, 1 mètre, puis dans des veines de sable blanc et d'un peu de craie avec coquilles terrestres et d'eau douce, 4 mètres. C'est dans cette couche appelée diluvium gris par quelques géologues que se trouvent les ossements de grands mammifères et les silex travaillés. L'argile brune et les silex anguleux proviennent sans doute des plateaux voisins et ont été déposés par les eaux qui précédaient et amenaient le limon.

La station de Boves est à 8 kilomètres d'Amiens, sur la rive droite de l'Avre, en face de la jonction de la rivière de Noye avec celle-ci. Le terrain qui s'y trouve, semblable à celui de Saint-Acheul, contient aussi des ossements de rhinocéros et , dit-on, des silex travaillés.

A Menchecourt, un des faubourgs d'Abbeville, il y a, en commençant par le haut, des silex entiers ou brisés ayant conservé leurs aspérités, enveloppés dans une gangue terreuse. Ils proviennent très probablement des hauteurs voisines avec l'argile terreuse qui les contenait. Dans ce lit caillouteux irrégulièrement stratifié et suivant la pente du coteau du limon peu épais est intercalé ; plus bas, vient le limon avec de petits silex disséminés et des lits horizontaux de petits fragments de craie roulée ; mais dans la partie inférieure et qui repose sur les sables, le limon est pur. Cette homogénéité du limon et l'horizontalité indiquée par la craie roulée me semblent devoir faire considérer, quoique j'en aie longtemps douté, comme étant en place, ce limon, qui

s'étend jusque vers Thuyson, et il y en a même encore au delà de ce faubourg des amas fort épais, absolument semblables.

Entre la Bouvaque et le faubourg Saint-Gilles, il existe immédiatement sur la craie un dépôt de cailloux en grande partie roulés avec des ossements d'éléphants et des silex travaillés. C'est à peu près au centre que se trouve le moulin Quignon.

Il est des lieux assez rares (Boves, Cagny, Mautort, Querrieux, etc.) où au-dessus du limon en place on voit un lit parfois de plus d'un mètre d'épaisseur de terrain caillouteux, lequel est nécessairement postérieur, sans doute, à l'époque du limon remanié, et provient des collines dominantes ou des coteaux voisins.

Le limon remanié a quelquefois une grande épaisseur, 10 à 15 mètres, et se trouve ordinairement sur la partie supérieure d'un des côtés des grandes vallées; il se distingue facilement parce qu'il présente une stratification ondulée et contient presque toujours dans toute son épaisseur de petits fragments de craie roulée et de petits silex anguleux; parfois il se trouve alternant par bancs de peu d'étendue avec des lits de silex anguleux et de l'argile terreuse.

La retraite des eaux à la fin de l'époque quaternaire a été lente; on en a la preuve dans les rideaux nombreux qu'elle a formés sur les côtés des vallées. On en compte parfois jusqu'à neuf, toujours parallèles entre eux, à quelques décamètres de distance les uns des autres et ayant ordinairement de 1 à 2 mètres de hauteur. Une culture inintelligente en a déjà détruit beaucoup.

En résumé voici comment je comprends la succession de ces terrains dans le département, depuis le terrain éocène jusqu'au terrain moderne :

1° Des eaux puissantes, qui emportent la presque totalité du terrain éocène, entraînent dans le fond des vallées des silex à croûte verdâtre avec lesquels se mêlèrent d'autres silex, de ceux qui constituent le terrain caillouteux des plateaux lors du dépôt de celui-ci.

2° Les silex du fond des vallées sont roulés par les eaux qui restent, puis celles-ci redevenues plus élevées déposent ces silex dans quelques lieux, près des grandes vallées avec des ossements d'éléphant, etc., et des silex travaillés.

3° De nouvelles eaux amènent le limon qui s'étend sur le terrain caillouteux des plateaux et sur plusieurs dépôts de silex roulés avec ossements et silex travaillés.

4° Du limon et du terrain caillouteux sont enlevés aux plateaux voisins des vallées et sur les bords de celles-ci où il n'en reste que

des lambeaux. Dans quelques lieux ces terrains remaniés sont déposés sur un des coteaux des grandes vallées ou sur le limon auquel est subordonné le terrain à silex roulés.

Ainsi, silex non roulés (quaternaire?); dépôt de silex roulés et travaillés; limon; limon remanié et silex non roulés (1).

M. Hébert demande à M. Buteux s'il considère le limon des plateaux comme appartenant au terrain tertiaire, ou bien à l'époque quaternaire.

M. Buteux déclare qu'il est disposé à ranger ce limon dans le terrain quaternaire.

M. Michelin demande depuis quelle époque on trouve des haches dans le diluvium de Picardie.

M. Buteux répond qu'on en recueille depuis environ vingt ans.

M. Gosselet a vu chez M. Toilliez, à Mons, des haches du même genre que celles de Saint-Acheul au mont Saint-Panil, dans un conglomérat de silex. Il y en a aussi d'autres plus grossières, d'autres plus travaillées.

---

(1) Coupes données par M. Buteux à l'appui de sa note :

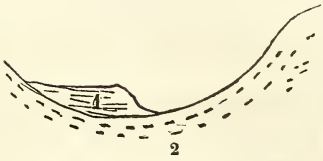
Abbeville. Mautort, au chemin de Gamache, à la carrière.

Argile brune, avec silex anguleux.

Limon.

Silex roulés, avec veines de sable roux et de sable blanchâtre, et petits fragments de craie roulée.

Craie.



1. Limon.
2. Craie.

Querrieux.

1. Silex anguleux dans une argile terreuse brune.
2. Limon pur.
3. Craie.

Saint-Acheul.

2m,00. Argile rougeâtre.
Limon avec de rares petits silex anguleux et des fragments de craie roulée.
0m,35. Lit de silex anguleux.
0m,50. Argile terreuse brune.
1m,00. Silex roulés, avec argile et sable rouge stratifiés irrégulièrement.
4m,00. Silex roulés, avec veines de sable blanc, de la craie en grains, et des coquilles terrestres et d'eau douce, stratifiés irrégulièrement. Ossements et silex travaillés.
Craie.

Boves, sur la rive gauche de l'Avre, vers Amiens.

1m,35. Argile terreuse grossière, avec silex anguleux.
6m,00. Limon avec de rares petits silex anguleux et des fragments de craie roulée.
2m,00. Limon pur.
1m,50. Argile rougeâtre.
Craie.

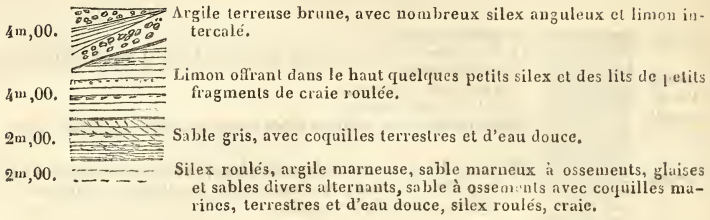
Abbeville, à droite de la route de Calais, dans les fortifications, à la porte Marcadée.

2m,50. Silex anguleux dans une argile terreuse brune.
3m,00. Limon.
Silex roulés, avec veines de sable roux et d'argile rougeâtre, veines de sable blanc et petits fragments de craie roulée.
Craie.

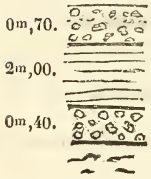
Abbeville, faubourg de Menchecourt.

1 à 2m. Argile terreuse brune, avec silex anguleux et veines de limon intercalé.
4m,00. Limon contenant dans le haut de rares petits silex anguleux, et de petits fragments de craie roulée en lignes horizontales.
2m,00. Sable gris, avec coquilles terrestres et fluviatiles.
1m,50. Silex roulés, avec sable; quelques ossements.
2m,50. Argile marneuse, sable marneux avec ossements, glaise et sables divers, alternants, sable avec coquilles marines, terrestres et d'eau douce, ossements plus nombreux, silex roulés, puis craie.

Au même lieu, coupe d'une sablière voisine, mais prise de côté.



Abbeville. A Mautort, au chemin de Gamache.



M. Pumpelly donne lecture de la note suivante :

Sur quelques traces de glaciers dans l'île de Corse ; par M. Raphaël Pumpelly (Pl. I).

Cette île, si intéressante au point de vue géognostique et encore si peu explorée, offre entre autres un exemple de traces de glaciers dans une contrée où les neiges perpétuelles ne sont plus connues.

M. Pareto a déjà fait allusion à la possibilité de leur existence sur le monte Rotondo (1) ; mais dans l'automne de 1857 je suis parvenu à en trouver plus au nord des preuves indubitables.

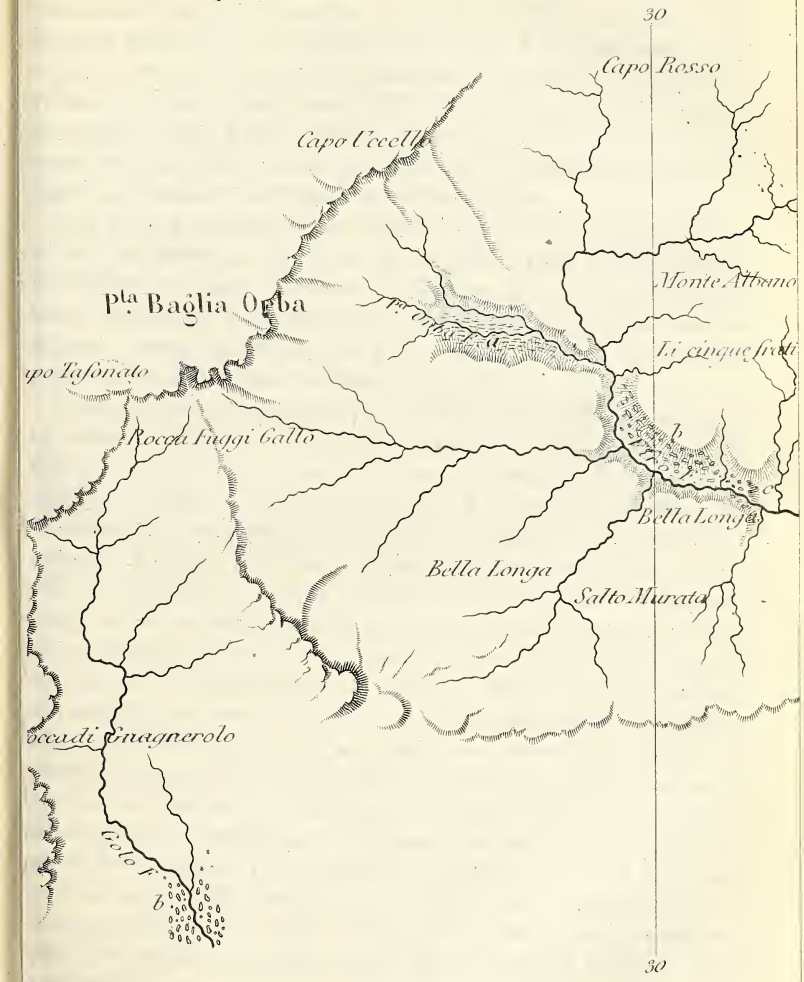
Elles se trouvent dans le canton de Niolo, et cela dans une vallée qui se dirige à l'est en partant de la montagne Baglia-Orba.

La montagne Baglia-Orba, dont les versants vont occuper notre attention, s'élève à 2650 mètres au-dessus du niveau de la mer et peut compter pour la troisième montagne de la Corse, en ce qui concerne la hauteur. La Baglia-Orba se trouve dans la chaîne de montagnes qui s'étend du nord au sud et forme la ligne de partage des eaux de l'île.

Dans la direction de l'ouest-nord-ouest la montagne présente un flanc assez escarpé ; du côté de l'est, vers le canton de Niolo, elle

(1) *Cenni geognostici sulla Corsica*, p. 5.

Sur quelques traces de glaciers dans l'île de Corse; par M. Raphael PUMPELLY.



a Surface polie
b Blocs de moraines
c Moraines terminales

Gravé chez Avril fres. Lith. Kaeppelin, Paris.

offre une paroi verticale de plus de 2000 pieds. De là elle s'abaisse par une pente d'abord escarpée, puis plus douce, jusqu'au fond de la vallée. C'est là que la vallée de Baglia-Orba commence à se tourner vers l'est jusqu'à l'endroit où elle débouche dans la vallée du Viro. Dans toute l'étendue de la vallée du Baglia-Orba, et pendant environ un kilomètre, dans celle du Viro, on trouve des preuves fréquentes de l'activité des glaciers. Les deux flancs de la vallée, ainsi que le sol, qui se composent de porphyre quartzifère rubané très dur et peu susceptible de la désagrégation, sont, à l'exception d'une petite étendue boisée, partout arrondis et couverts de longs sillons parallèles à l'axe de la vallée. Ils font briller aussi, en plusieurs endroits, des surfaces polies.

Ces deux phénomènes se répètent jusqu'à une hauteur d'environ 100 pieds sur les flancs de la vallée ; mais à cette hauteur ils deviennent moins fréquents. Au-dessus je n'en vis plus aucune trace. Cette ligne de démarcation de 100 pieds, ainsi que tous les sillons, courent parallèlement à l'axe de la vallée et n'ont aucun rapport avec la structure rubanée du *porphyre*.

Considérons donc maintenant la vallée du Viro. Elle se relie avec la vallée de Baglia-Orba, dont nous avons parlé plus haut, en formant un angle très obtus, et diffère de la précédente, car elle est couverte de sable et de gravier charriés par les eaux ; les flancs de la montagne sont parsemés de débris de rochers qui ont roulé du sommet. Là il ne peut être question ni de surfaces polies, ni de sillons, d'autant moins que nous avons déjà dépassé la limite du porphyre et que nous sommes arrivés sur un sol de granite syénitique rendu très friable au contact de l'air. Mais à ces faits nous en ajouterons d'autres aussi concluants. Sur le versant gauche, qui descend du monte-Albano, on trouve de grands et de petits blocs de brèches *porphyriques* avec une variété particulière de porphyre rouge ; ces deux espèces de roches ne se trouvent nulle part, si ce n'est sur la montagne de Baglia-Orba et au sommet adjacent du monte-Tafonato. Ce sont des fragments anguleux et on ne les rencontre pas au delà de la hauteur de 100 pieds sur le flanc de la vallée. Cette limite se dessine très nettement et au-dessus on ne trouve aucune trace de ces blocs. Les recherches pour les découvrir en place, dans les montagnes voisines, sont restées infructueuses.

Plus loin, vers le sud, à environ un kilomètre, s'élève, entre les deux parois de la vallée, une *moraine* de 40 à 50 pieds de hauteur. On peut considérer cette *moraine* comme une *moraine frontale*, bien qu'à l'extrême droite, là où le courant s'est frayé

un passage, on aperçoive une partie de roche ferme, qui probablement ne se continue pas et peut être considérée comme une partie du rivage. Si l'on suppose que cette roche ferme se continue sous l'amas de pierres, le résultat restera toujours le même, car ce manteau, de 20 à 25 pieds d'épaisseur, formé par des blocs anguleux des deux espèces de porphyre mentionnées plus haut et qui se confondent avec d'autres débris des rochers d'alentour, ne saurait être qu'une *moraine frontale*.

On trouve peu de traces de moraines latérales, à l'exception de ces blocs de la rive gauche de la vallée du Viro. Ce qui peut expliquer ce fait d'une manière plausible, c'est que la vallée de Baglia-Orba n'est dominée par des rochers saillants, remplis d'anfractuosités et pouvant facilement se détacher, qu'à sa source primitive immédiatement au-dessus du pic le plus élevé de la montagne, tandis que, des deux côtés, toute la vallée est encaissée par deux montagnes arrondies dont les parois se composent d'un porphyre très dur et, par conséquent, peu propre à donner naissance à des moraines latérales. Aussi ces grands et ces petits blocs sont-ils disséminés par toutes les vallées, sans cette symétrie qu'on est habitué à reconnaître dans les vestiges des glaciers.

C'est à quelques centaines de pas au sud du débouché de la vallée de Baglia-Orba, que se dresse un groupe de trois énormes blocs de rochers, précisément de la nature de ceux dont nous avons parlé ; ils ont un diamètre qui varie de 30 à 40 pieds. Ces blocs se trouvent superposés de manière à former une cavité fermée de trois côtés. Le plus grand d'entre eux est un bloc plat colossal, qui s'appuie sur un des deux autres et tomberait nécessairement si l'on parvenait à enlever le dernier. Au sujet de ce groupe, il y a deux faits à observer : premièrement, le plus grand n'est pas tourné dans le sens du mont Baglia-Orba, deuxièmement, tous les trois blocs paraissent être intacts et sont tout anguleux, comme s'ils venaient d'être arrachés de leur place primitive, comme aussi des centaines d'autres fragments des deux espèces de porphyre disséminées dans la vallée.

Maintenant qu'on ne croit plus à des torrents boueux, quel moyen de locomotion a donc pu opérer le transport de ces rochers, si ce n'est l'action des glaciers ? Ce sont ces derniers qui ont dû charrier de si grandes masses à travers une vallée dont l'inclinaison moyenne n'est environ que de 8° ; eux seuls ont pu entraîner ces blocs à la place qu'ils occupent aujourd'hui, sans leur faire perdre leur forme anguleuse.

Bien que le névé et la glace n'aient peut-être pas occupé une très grande étendue, il n'est pas improbable qu'ils aient donné naissance à un groupe important de glaciers qui se seraient concentrés autour du mont Baglia-Orba et de l'adjacent Monte Tafonato.

Aussi trouvons-nous dans quelques vallées des faits qui viennent à l'appui de notre opinion. C'est surtout dans la vallée supérieure du Golo que nous puiserons nos preuves. Nous n'avons pas pu explorer les sources du Golo; la saison avancée et les neiges qui couvraient déjà le sol ne nous ont pas permis de nous livrer aux recherches, même les plus superficielles, dans les parties qui sont dépourvues de bois. Mais plus bas dans la forêt se présentent d'énormes blocs de 15 à 20 pieds de diamètre. Ce sont toujours des fragments de cette même brèche porphyrique. Ils sont aussi intacts et très anguleux et proviennent sans doute du *monte Tafonato*. J'ai remarqué encore dans la vallée supérieure du Viro, et surtout à la source de cette rivière, beaucoup de grands et de petits sillons suivant tous une même direction; ils sillonnaient le porphyre et étaient tout à fait indépendants de sa structure. Je relèverai ici un fait particulier, parce qu'il paraîtrait prouver que, dans les temps anté-historiques, la Corse aurait joui d'une température beaucoup plus basse que celle dont elle jouit à présent. Je veux parler de l'existence, à l'état fossile, des ossements d'un *Lagomys* d'une espèce que Cuvier a trouvée identique avec le *Lagomys alpinus*, au moins trop semblable à celle-ci pour pouvoir en faire une nouvelle espèce. Le *Lagomys alpinus* n'habite aujourd'hui que les pays éloignés de la Sibérie. Ces ossements ont été trouvés dans une brèche osseuse un peu au nord de Bastia, dans les fentes d'un calcaire, et à une altitude d'environ 600 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les détritus qui remplissent ces fentes consistent en une terre rougie. Ces ossements ont été classés et décrits par Cuvier (1). La même espèce de *Lagomys* se rencontre très souvent dans les brèches osseuses de la Sardaigne et a reçu le nom spécifique de *Lagomys sardus* de M. Wagner, *L. corsicanus*, Bourdet.

Comme nous l'avons déjà fait observer au commencement de cette étude, M. Pareto a exprimé l'opinion que primitivement il y a eu des glaciers dans l'île de Corse; ce savant appuie son hypothèse seulement sur l'existence de quelques petits lacs sur le *monte Rotondo*. Ces lacs, je les ai déjà explorés, lors de mon premier

(1) Cuvier, *Recherches sur les ossements fossiles*, t. IV, p. 198.

voyage, en 1856, et j'ai pu me convaincre qu'ils sont en partie dépendants de la forme primitive de la montagne, et en partie produits par les éboulements des rochers dans les vallées près de leurs sources.

Tous ces phénomènes proviennent sans doute de cette époque où les vallées des *Alpes de l'Ecosse*, *des Vosges* et des *Pyrénées* étaient remplies de glace, de cette époque pendant laquelle les glaciers de la Suisse produisaient sur une si grande échelle ces phénomènes grandioses dont on a cherché si longtemps une explication suffisante. En dernière analyse, les mêmes causes qui ont diminué les dimensions des glaciers des Alpes, et qui en ont tracé les limites actuelles, auront aussi fait disparaître les glaciers de la Corse.

Le Secrétaire communique la note suivante :

Réplique aux observations de M. S. Gras concernant le terrain quaternaire de l'Alsace (1); par M. J. Kœchlin-Schlumberger.

M. Sc. Gras a fait une réponse aux observations que j'ai présentées sur son mémoire traitant du diluvium des vallées du Rhône et du Rhin. Les deux points principaux qui nous divisent, sont :

1° L'âge du gravier du Sundgau. M. Gras croit qu'il est postérieur à celui de la plaine du Rhin; moi je crois qu'il lui est contemporain.

2° Je prétends que le lehm avec coquilles du Sundgau est de la même formation que celui de la plaine, du Bas-Rhin et du grand Duché de Bade; M. Gras est d'un avis contraire. Examinons d'abord ces deux questions et commençons par celle du gravier ; les autres observations viendront à la suite.

M. Gras n'admet pas que la gravière de Seppois-le-Bas forme un intermédiaire, quant à l'état des galets, entre les gravières habituelles du Sundgau et celles de la plaine du Rhin; s'il avait visité cette gravière, il aurait peut-être changé d'opinion et ne chercherait pas à atténuer l'importance de cette preuve, par la supposition que j'aurais confondu des galets jurassiques de la Largue avec ceux alpins. D'abord les galets calcaires alpins existent dans cette gravière jusqu'à 15 ou 16 mètres au-dessus du

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 919.

niveau de cette petite rivière ; en second lieu ces galets des monts Jura, qui nous sont amenés par l'Ill et la Largue, sont faciles à distinguer de ceux qui sont mêlés au diluvium alpin. Ils sont beaucoup moins arrondis, et généralement composés de roches différentes. Ceux que je possède de l'Ill à Mulhouse, point cependant beaucoup plus éloigné du Jura que Seppois-le-Bas, se reconnaissent bien à ces caractères.

M. Gras oublie, en parlant de cette gravière, qu'on y trouve non-seulement du calcaire, mais du flysch dont on ne peut contester l'origine alpine, et qui est dans un état d'altération beaucoup moins avancé que dans les gravières qu'il a visitées. M. Daubrée a établi longtemps avant moi que dans les gravières du Sundgau le flysch avait été altéré et avait perdu son carbonate de chaux en place. Les stalactites et les incrustations qu'on rencontre dans presque toutes les gravières, les rognons calcaires et les concrétions cylindroïdes du lehm, mettent en évidence qu'il y a dissolution continuelle du carbonate de chaux dans le diluvium. J'ai prouvé que la coloration jaune du diluvium était en rapport direct avec cette dissolution, et qu'elle gagnait en intensité avec la disparition du carbonate de chaux. Je pense avoir mis en évidence par là, qu'un des caractères du diluvium du Sundgau, c'est-à-dire cette coloration jaune, n'a paru qu'après le dépôt du premier à la place qu'il occupe aujourd'hui, qu'il n'est donc pas originaire, mais pour ainsi dire accidentel. J'ai montré que dans toutes les gravières de la plaine la couche supérieure de 20 à 30 centimètres était exactement dans le même état de coloration jaune et de décomposition que le gravier du Sundgau le plus altéré, et qu'il n'y avait de différence sous ce rapport entre les deux espèces de gravier que du plus ou moins d'épaisseur de la couche modifiée.

M. Gras m'objecte que je suis d'une autre opinion que tous les géologues, en ce que je veux faire une seule formation du gravier du Sundgau et de celui de la plaine, tandis qu'ils les séparent. Mais à ce titre tous les faits nouveaux seraient à condamner. Que deviendraient alors les époques du diluvium de M. Gras?

Mon honorable contradicteur dit encore que sur toutes les cartes géologiques on a identifié, quant à l'âge, le diluvium du Sundgau avec celui des Vosges. Je ne peux admettre cette assertion. Il n'existe à ma connaissance que deux cartes géologiques sur lesquelles sont figurés à la fois le diluvium du Sundgau et celui des Vosges; ce sont celle de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, et celle de M. Voltz. Ces deux cartes, quant aux deux terrains qui

nous occupent ici, sont coloriées bien différemment. Sur la première, les trois zones dans lesquelles M. Gras divise le diluvium du Sundgau sont en jaune avec la lettre P, sauf la partie qui est occupée par le calcaire d'eau douce. Maintenant est-il possible d'induire de là que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont sciemment confondu le gravier des Vosges avec celui du Sundgau? Évidemment non, car sur la légende de leur carte P est indiqué comme *tertiaire supérieur ou pliocène* qui est plus ancien non-seulement que le diluvium des Vosges, mais même que le gravier du Rhin. Les collines et les plateaux qui forment la plus grande partie de la surface de la troisième zone sont constitués par un dépôt tertiaire qui se présente souvent sous forme de conglomérat, et dont j'ai parlé ailleurs. Ce conglomérat, quand il est à la surface du sol, est ordinairement dans un état complet de désagrégation, et alors on peut lui trouver quelque analogie avec un diluvium ancien, avec celui du Sundgau, par exemple. Considéré ainsi, il n'y a rien d'extraordinaire qu'on l'ait réuni au terrain P. Le diluvium des Vosges, dans cette contrée, n'occupe que le fond des vallées, et ses lambeaux présentent sans doute trop peu d'étendue pour être représentés sur une carte à aussi petite échelle. Cela est si vrai, que partout où l'espace a permis d'indiquer le diluvium des Vosges, la carte le fait par la lettre a^2: ainsi dans la vallée de la Savoureuse en amont de Belfort, dans la vallée de Munster. Il en est de même des nombreux affluents de la Saône qui descendent des flancs S.-O. des Vosges. Partout donc où la carte a voulu et pu indiquer du diluvium vosgien, elle a mis la lettre a^2 et quelquefois a et non P.

Quant à la carte de M. Voltz que j'ai communiquée à M. Gras, voyons si je lui aurais fourni des armes pour me combattre. La troisième zone du Sundgau de M. Gras y est marquée des lettres T *tertiaire* et Y *cailloux et lehm*. Ce dernier terrain n'occupe que deux lambeaux étroits, l'un entre Aspach et Michelbach, l'autre entre Gewenheim et Soppe-le-Haut. J'ai constaté et j'ai dit dans mon travail que le premier de ces lambeaux était tertiaire; quant au second, que je n'ai pas visité, il en est très probablement de même à cause de la position analogue. Il ne resterait dès lors point de diluvium pour la troisième zone; tout serait tertiaire, et M. Voltz, comme les auteurs de la carte de France, a négligé, sans doute à cause de la petitesse de l'échelle, d'indiquer le diluvium des Vosges. Mais encore si mon honorable contradicteur voulait décider que les deux faibles lambeaux marqués Y et placés sur la cîme des collines étaient du véritable gravier vosgien, tandis

que dans le fond des vallées il n'y en aurait pas, je lui dirais que M. Voltz, en donnant la même couleur et la même lettre à un diluvium supposé vosgien et à celui du Sundgau, n'a nullement entendu décider la question de l'âge. On comprend bien cela en lisant sa *Géognosie de l'Alsace*, page 37, où tous les graviers sont confondus quant à l'âge. Du reste, la carte elle-même confirme pleinement ce fait, puisque le gravier de l'Ochsenfeld, qui est par excellence le gravier vosgien pour tout le monde, est teinté de la même couleur et marqué de la même lettre W que le gravier de la plaine du Rhin. Tout cela montre qu'aucune des deux cartes ne réunit quant à l'âge le diluvium du Sundgau avec celui des Vosges.

M. Gras insiste d'une manière toute particulière sur la contemporanéité du diluvium du Sundgau avec celui des Vosges, contemporanéité qu'il paraît considérer comme la clef de voûte de son système. Je suis cependant obligé d'y faire encore deux objections.

M. Gras trouve improbable que, pendant que les Alpes versaient leurs flots diluviens dans le Sundgau, les Vosges n'aient pas eu aussi leur débâcle. Cela ne me paraît pas plus surprenant que le fait bien constaté que le diluvium des Vosges s'est déposé longtemps après le diluvium de la vallée du Rhin qu'il recouvre partout, diluvium incomparablement plus considérable et dont le dépôt a dû exiger un bien plus grand laps de temps que celui du Sundgau.

Les Alpes pouvaient donc verser le produit de leur débâcle dans la vallée du Rhin ou dans le Sundgau, sans que pour cela les Vosges fussent affectées de courants diluviens : les deux phénomènes étaient indépendants. S'il n'en était pas ainsi, comment expliquerait-on que dans le diluvium des Vosges on n'a jamais rencontré la moindre trace des fossiles caractéristiques aussi bien du diluvium de la vallée du Rhin que de celui du Sundgau, ni le moindre reste d'éléphant, ni la moindre coquille du lehm?

M. Gras se prévaut principalement dans sa réponse de celui des caractères distinctifs entre le gravier de la plaine et celui du Sundgau, qui est tiré de la différence de la composition des galets. J'ai déjà donné beaucoup de motifs qui peuvent expliquer cette différence apparente ou réelle ; je veux encore ajouter quelques nouveaux arguments. Si M. Gras ne voulait considérer le gravier du Sundgau que comme la partie du gravier alpin venu en dernier lieu et à la suite du gravier rhénan, et bien entendu sans interposition d'une autre formation, c'est-à-dire du lehm rhénan, nous pourrions nous entendre. On appelerait le gravier de la plaine,

étage inférieur, et celui du Sundgau, étage supérieur de la formation du gravier alpin en général, et voici comment :

Si un courant diluvien du Rhin a pu couvrir le Sundgau de gravier alpin, cela n'a pu arriver que quand le niveau supérieur du gravier, au débouché près de Bâle, était devenu assez haut pour racheter non-seulement la contre-pente du Sundgau, qui s'élève du Rhin vers le Jura, mais encore une pente suffisante pour se déverser dans le Sundgau. Au moment où l'affluence du diluvium a cessé, la partie supérieure du cône placé à Bâle était donc composée de gravier du Sundgau venu en dernier lieu, celle inférieure, beaucoup plus considérable, de gravier de la plaine.

Si maintenant on considère que le gravier versé jusqu'alors par le débouché de Bâle constituait un dépôt immense, que pour le détacher de la roche en place, le charrier, le polir, il a fallu une longue durée de temps ; si on considère en outre que, vu la composition du gravier alpin, trois courants principaux ont dû fournir leurs tributs au fleuve diluvien, c'est-à-dire celui des Alpes, celui du Jura et celui de la Forêt-Noire, il me paraît permis de supposer que pendant une si longue période l'intensité proportionnelle des trois affluents ait pu se modifier. Or, si c'est celui du Jura qui a perdu de sa force, la diminution des galets calcaires dans le dépôt arrivé en dernier lieu s'explique très bien. Nous voyons de nombreux cas de modifications analogues dans les terrains stratifiés, où très souvent les couches inférieures d'une même formation diffèrent beaucoup dans la composition minéralogique de celles supérieures.

Mon honorable et savant contradicteur me prie d'expliquer pourquoi en général le gravier est moins altéré dans la plaine que sur les collines du Sundgau. Mais il y a des faits analogues que tout le monde connaît et que personne n'a encore expliqués, quoique les tentatives n'aient pas manqué. Je veux parler de l'inégale altération du granite qui souvent, non pas à un éloignement de plusieurs lieues et avec des différences de niveau et d'âge sensibles, mais à quelques mètres de distance, présente des parties parfaitement conservées, et d'autres réduites en arène sans qu'on puisse attribuer ces effets à une différence dans la composition.

J'ai du reste prouvé que la décomposition existe dans le gravier de la plaine d'une manière tout à fait identique avec celle du gravier des collines ; seulement elle y est moins profonde. Dans ces roches altérées de la plaine, on trouve les mêmes espèces que

dans les collines; chacune présente les mêmes caractères d'altération. Ainsi le flysch privé du calcaire devient fissile et se sépare en prismes à base rhomboédrique, la protogine des Alpes se résout en sable, le calcaire est rongé et couvert d'une pellicule blanche, certains quartz et des roches feldspathiques ont subi des modifications toutes semblables. Enfin entre l'altération de faible épaisseur, mais également énergique des galets de la plaine, et celle d'un certain nombre de gravières du Sundgau, il existe des passages tels que la gravière de Seppois-le-Bas. Mais ce n'est pas seulement la présence du calcaire dans cette gravière qui la constitue comme intermédiaire, c'est aussi l'état d'altération des galets de diverses roches comme je l'ai signalé particulièrement pour le flysch.

Si, quant à la contemporanéité du gravier du Sundgau avec celui de la plaine du Rhin, il peut rester des doutes chez les géologues qui n'ont pas vérifié mes recherches et visité les localités signalées comme preuves, je ne comprends pas qu'on puisse un seul instant discuter le second point qui nous divise, c'est-à-dire la question de l'unité du lehm.

J'ai déjà dit dans mes observations critiques sur le mémoire de M. Gras que M. Pierre Mérian et M. Voltz étaient de mon opinion au sujet de l'unité de la formation du lehm. J'ai vu depuis que M. Rozet a été du même avis (1). Le lehm dans la région du Sundgau, celui de la plaine du Rhin dans le Haut et le Bas-Rhin et dans le grand-duché de Bade, a des caractères minéralogiques et paléontologiques identiques; il a le même aspect, la même composition, les mêmes fossiles. Les modifications que lui font subir les agents atmosphériques sont partout les mêmes; partout on y trouve les différentes colorations, les rognons calcaires et les tubes incrustés. Le lehm dans les deux régions est une formation indépendante ; ainsi dans la premiére zone du Sundgau il repose tantôt sur le calcaire d'eau douce, tantôt sur le gravier dit du Sundgau qui n'en est cependant pas toujours couvert. Dans la seconde zone à Dornach le lehm repose sur la mollasse. La variété des terrains que recouvre le lehm est encore plus grande dans le grand-duché de Bade ainsi que je l'ai montré. Il me semble que d'après les principes fondamentaux de la science toutes ces conditions réunies caractérisent bien l'indépendance, l'unité d'un terrain.

M. Gras me reproche d'avoir avancé qu'on avait omis sur la

(1) *Description géologique de la chaîne des Vosges*, p. 97.

carte géologique de la France d'indiquer le lehm dans la première zone du Sundgau. Je répondrai que le lehm ne couvre point presque partout le gravier dans la première zone, comme M. Gras le prétend. J'ai vu beaucoup plus de localités que lui et parmi elles j'ai indiqué celles où il n'y avait pas de lehm.

D'après ces données on peut hardiment admettre que le tiers, peut-être le quart de la surface du gravier seulement, supporte du lehm. On comprend dès lors que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont pouvaient dans une carte à si petite échelle négliger un pareil détail, difficile à reproduire matériellement. Mais ce n'est pas de cela qu'il s'agit principalement, c'est bien de la première zone située entre Bâle, Altkirch et Mulhouse où le lehm repose sur le calcaire d'eau douce. Or, ni le lehm ni le diluvium du Sundgau n'ont été indiqués dans cette partie qui sur la carte est occupée par la lettre *m* ou *le tertiaire miocène*. Cependant le lehm couvre partout et souvent avec des épaisseurs assez considérables ce calcaire qui n'affleure que vers les bords du plateau, c'est-à-dire sur les pentes extérieures.

M. Gras connaissait bien cette circonstance et il en fait la remarque dans son mémoire où il dit (1) : « En résumé, en faisant abstraction des couches tertiaires presque jamais apparentes dans le Sundgau, etc. »

Il aurait pu voir la confirmation de ses propres observations et de ce que je viens de dire dans la carte de M. Voltz où avec raison les bords seulement des collines sont marqués comme tertiaires, et presque tout le reste en lehm X. Du reste ce qui pouvait se pratiquer avec l'échelle de la carte de M. Voltz devenait difficile ou amenait la confusion avec celle beaucoup plus petite de la carte de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

Les lehms, soit celui du Sundgau, soit celui de la plaine, étant incontestablement indépendants tous les deux, il faudrait dédoubler chacune des deux formations de gravier; cela augmenterait les cinq époques de M. Gras de deux nouvelles et les mettrait au nombre de sept. Cela ne devient-il pas un système bien compliqué et encore sans aucune nécessité? J'ajoute que si les choses s'étaient passées ainsi, on devrait trouver, au moins dans quelques coins, le gravier du Sundgau superposé sur le lehm de la plaine, ce qui jusqu'à présent ne s'est pas rencontré. J'ajouterai encore qu'il paraît anormal, qu'une couche, après un très long

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XV, p. 167.

intervalle, se reproduise identique sous tous les rapports avec une autre préexistante.

M. Gras ne conteste plus maintenant l'existence des coquilles et des restes de mammifères dans le lehm du Sundgau, mais il imagine un autre moyen pour annuler ou du moins pour atténuer les conséquences de sa concession. Il prétend que les mollusques terrestres, depuis le commencement jusqu'à la fin de la période quaternaire, n'ont pas différé de ceux qui vivent de nos jours (1). Cette énonciation est appuyée d'une note tirée de la paléontologie de M. Pictet d'après laquelle toute la faune quaternaire devrait être supprimée et réunie à la faune moderne.

Cette dernière opinion, un peu radicale, n'est pas admise par tous les paléontologues, dont un grand nombre suit encore le sentiment de Cuvier. On sait que cet illustre savant dit à l'occasion des débris de l'*Elephas primigenius* (après avoir indiqué que c'est de l'éléphant des Indes que l'espèce fossile se rapproche le plus); qu'il est manifeste par ces débris osseux que c'était une espèce plus différente de celle des Indes, que l'âne ne l'est du cheval ou que le chacal et l'isatis ne le sont du loup et du renard (2).

Les fossiles du diluvium de la vallée du Rhin ont une valeur géologique par deux motifs que M. Gras voudrait leur contester.

1° Parce qu'ils sont composés d'espèces qui ne vivent plus aujourd'hui dans cette vallée. Pour l'*Elephas primigenius* il n'y a pas de difficultés; quant aux coquilles du lehm, voici comment M. Daubrée termine le paragraphe de sa description géologique du Bas-Rhin où il est question de leur station (3). « Les espèces qui, à l'époque actuelle, habitent les collines et les plaines chaudes de la vallée du Rhin, manquent dans le loess. » M. Mérian (observations inédites) est plus absolu et ne croit pas qu'aucune des coquilles du lehm vive encore aujourd'hui dans nos contrées.

2° Parce qu'ils caractérisent uniquement le diluvium alpin, c'est-à-dire le plus ancien, et que jamais on n'a rencontré ni restes d'*Elephas primigenius*, ni coquilles du lehm dans le diluvium des Vosges ou dans celui de la Forêt-Noire; tout le monde, je le crois, est d'accord là-dessus.

J'allais développer ici l'importance géologique des fossiles diluviens quand, à ma grande surprise, j'ai vu quelques pages plus loin mon honorable contradicteur abonder dans mon sens,

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 926.
(2) *Recherches sur les ossements fossiles*, t. II, p. 237.
(3) Page 220.

et réhabiliter lui-même la valeur des fossiles diluviens en écrivant ce qui suit (1).

« Sous le rapport des fossiles, les trois étages que nous distinguons ne présentent dans beaucoup de localités aucune différence. Des restes identiques de mammifères, appartenant aux espèces les plus communes des temps diluviens, ont été rencontrés indifféremment dans le plus ancien comme dans le plus récent. Cependant cette communauté de fossiles pourrait bien n'être qu'apparente, et il ne faudrait pas se hâter de conclure que pendant toute la durée des phénomènes quaternaires la même contrée n'a pas cessé d'être habitée par les mêmes animaux. Cela s'accorderait peu avec les grands changements de température et les variations du niveau de la mer, que tant de faits annoncent avoir eu lieu pendant cette période. »

J'ai signalé la grande différence de niveau du gravier à son entrée dans la vallée du Rhin à Bâle, avec ses dépôts dans le Sundgau. J'ai signalé cette anomalie que ce niveau s'exhausse à mesure qu'on s'éloigne du cône d'émersion, au lieu de diminuer comme dans la partie de la vallée basse du Rhin. Cette circonstance n'avait aucune importance dans notre discussion, puisque nous étions tous les deux parfaitement d'accord sur l'origine identique et alpine des deux dépôts ; j'ai cependant, puisque M. Gras laissait ce fait dans l'oubli, essayé de l'expliquer.

Quant à mon idée du soulèvement du Jura, je fais de cette hypothèse très bon marché et la remplace sans regret par la dénudation. J'accepte d'autant plus volontiers cette nouvelle explication qu'elle est en tous points plus favorable à mon système qu'à celui de M. Gras. Et voici comment.

J'ai déjà indiqué de quelle manière les choses ont dû se passer dans l'hypothèse très probable de la dénudation. Le sommet du cône de gravier à Bâle a dû atteindre une hauteur au-dessus du Rhin d'environ 300 mètres : il devait former dos d'âne et présenter deux pentes, l'une vers Bettlach ou le Sundgau, l'autre vers la plaine basse du Rhin. Le gravier venu en dernier lieu, c'est-à-dire celui que nous appelons du Sundgau, devait se déverser en même temps vers cette dernière contrée et vers la plaine basse du Rhin.

Toute l'étendue de cette plaine, qu'atteignaient les eaux du Rhin, devait être couverte de gravier du Sundgau ; l'épaisseur de ce gravier au cône devait avoir au moins la puissance maximum de 150 mètres adoptée par M. Gras pour le Sundgau, et

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 934.

devait se maintenir telle au N. de Bâle à une aussi grande distance que l'est Bettlach de Bâle au S.-O., sauf à diminuer au delà.

Des eaux diluviennes sont ensuite venues dénuder cet énorme dépôt de gravier et l'ont réduit à 65 mètres au-dessus du niveau du Rhin comme il l'est aujourd'hui. D'après les suppositions hypothétiques dans lesquelles notre défense nous oblige ici d'entrer, il y avait sur les 235 mètres enlevés au cône 150 mètres de gravier du Sundgau et 85 mètres de gravier rhénan. Les premiers sont venus augmenter un peu les 150 mètres occupant déjà la partie supérieure de la plaine du Rhin; les seconds arrivant en dernier lieu n'auront pu que dans une très faible mesure recouvrir le gravier du Sundgau.

Mais le courant diluvien dénudant a dû être bien plus fort à son commencement que vers sa fin; tous les auteurs et M. Gras lui-même ont expliqué ainsi la formation des terrasses qui s'étagent des deux côtés du cours du Rhin et dont il y en a au moins trois bien distinctes sur la rive gauche. Les eaux diluviennes, devenant de moins en moins fortes et considérables, ont dû successivement inonder un espace moindre, et, quand le tour du gravier rhénan, formant la base du cône, est venu, la largeur du courant était déjà considérablement rétrécie, de manière qu'une grande partie de la surface précédemment couverte d'une couche si épaisse de gravier du Sundgau n'a plus été atteinte par les eaux, et devrait se montrer aujourd'hui à la surface du sol, ou à de petites profondeurs.

Or les choses ne sont pas ainsi; sur la rive gauche à une, distance de 15 à 20 kilomètres, non-seulement la surface du terrain est constituée par du gravier rhénan, mais ce gravier existe jusqu'à des profondeurs de 20 à 30 mètres. Et d'ailleurs, quelque irréguliers qu'on suppose les effets d'une débâcle dans les circonstances que j'ai indiquées, les différences si tranchées que M. Gras trouve entre les deux graviers, les feraient facilement reconnaître dans la plaine du Rhin, si ces différences avaient existé dès l'origine et n'étaient pas le résultat d'une action inégale des agents atmosphériques.

Ces considérations montrent que je n'ai pas eu tort de rechercher ce que sont devenus les 150 mètres de diluvium du Sundgau, dont les traces et les restes non entamés devaient, dans l'hypothèse de M. Gras, se trouver dans la vallée du Rhin plus ou moins loin du cône de déjection, et sur les bords du courant dénudant. Cette hypothèse n'explique pas d'ailleurs cette circonstance, que

le niveau supérieur du gravier du Sundgau s'élève graduellement à mesure qu'on s'éloigne de Bâle. Le grand courant dénudant n'aurait pu, je crois, produire cet effet, qu'il faut plutôt attribuer à des courants secondaires venant du Jura.

J'ajoute que dans cette excursion théorique j'ai admis 150 mètres pour puissance maximum du gravier du Sundgau ; c'est le chiffre de M. Gras que je crois exagéré, ainsi que je l'ai déjà dit.

Depuis que mes observations critiques sur le mémoire de M. S. Gras ont été insérées dans le Bulletin, il a paru un travail très remarquable de M. le docteur Alb. Muller (1) sur les relations de superposition anormales dans le Jura du canton de Bâle. L'auteur, d'après de nombreuses observations, regarde comme probable que, non-seulement plusieurs subdivisions jurassiques et le terrain tertiaire, mais même des dépôts de galets ayant une origine glaciaire, et appartenant par conséquent à l'époque quaternaire, ont été soulevés à de grandes hauteurs. Tout en convenant qu'un pareil fait, avant que d'être admis par la science, a besoin de confirmation, toujours est-il que son énonciation par un homme aussi savant, aussi réservé que l'est mon digne ami M. le docteur Alb. Muller, a de l'importance et sauve de son isolement l'hypothèse que j'avais hasardée sur le soulèvement du gravier du Sundgau par le Jura.

M. Sc. Gras répond qu'après avoir écouté attentivement la lecture de la réplique de M. Kœchlin-Schlumberger, il juge inutile d'ajouter quelque chose aux faits et aux raisonnements qu'il a déjà fait valoir et qui lui paraissent subsister dans toute leur intégrité. Les géologues qui s'intéressent aux questions controversées trouveront, à son avis, tous les éléments nécessaires pour les résoudre dans l'ensemble des travaux qui ont été publiés récemment sur les dépôts quaternaires des bords du Rhin, de la Saône, du Rhône et de l'Isère ; car il existe entre les terrains de transport de ces diverses vallées une correspondance qui n'échappera à personne. M. Sc. Gras ajoute qu'ayant appris que quelques passages de son mémoire, lu à la séance du 2 juillet dernier, avaient blessé M. Kœchlin-Schlumberger, il en éprouve un grand regret, son but étant de faire prévaloir

---

(1) *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 2. Theil 348.

des opinions géologiques qu'il croit fondées, et nullement de froisser un collègue aux travaux et au mérite duquel il rend pleine justice.

M. Puggaard fait la communication suivante :

Notice sur les calcaires plutonisés de la péninsule de Sorrento ; par le docteur C. Puggaard.

Depuis que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société mon mémoire sur la péninsule de Sorrento (1), j'ai fait les analyses chimiques de quelques-unes des roches décrites dans ce mémoire, recherche dont je demande aujourd'hui la permission de communiquer à la Société les principaux résultats.

D'abord je dois rappeler que les montagnes de la péninsule sorrentine constituent un embranchement détaché et séparé de la chaîne des Apennins qui forme l'encadrement méridional du bassin volcanique de Naples, bassin rempli par le golfe de Naples, ainsi que par les volcans éteints des champs Phlégréens et de la Somma dont l'activité volcanique se continue encore dans les cratères du Vésuve. Comme la chaîne principale des Apennins, ces montagnes consistent en général en calcaires appartenant aux terrains crétacé et éocène. Ces calcaires, plus ou moins modifiés à cause de leur voisinage avec le puissant foyer volcanique mentionné, sont généralement recouverts de tufs et de cendres volcaniques, ainsi que de brèches provenant des débris du calcaire même. Les tufs et les brèches sont des dépôts contemporains et d'une époque très moderne, c'est-à-dire qu'ils appartiennent au terrain quaternaire. J'ai montré que ces tufs et ces brèches quaternaires étaient en plusieurs localités redressés et modifiés par des agents ignés, ce qui est aussi arrivé aux calcaires plus anciens de la péninsule.

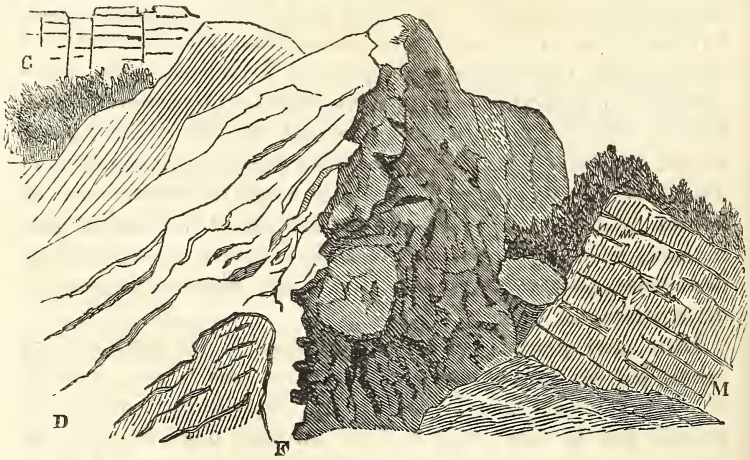
Dans mon premier mémoire, j'ai désigné les modifications subies par les calcaires et par les brèches sous le nom collectif de *dolomisation ;* mais j'annonçai (2) expressément que je ne prenais pas le mot *dolomie* dans un sens minéralogique ou chimique, et je me crus autorisé à parler de calcaires dolomitiques et de brèches dolomisées toutes les fois que la position géognostique d'une roche et que ses formes extérieures rappelaient

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIV, p. 294.
(2) *Ibid.*, p. 299.

les caractères distinctifs des vraies dolomies. Par l'emploi de ces mots, je n'ai donc voulu émettre aucune opinion sur la composition chimique des roches décrites, et, quant à la présence de la magnésie dans ces roches, je me suis borné à citer les analyses de M. Abich qui prouvent en effet que les dolomies de Minuri contiennent environ 40 pour 100 de carbonate de magnésie.

Les analyses chimiques que je viens de faire moi-même m'ont fait en partie regretter d'avoir trop généralement employé le mot *dolomisation*, et je pense qu'il aurait valu mieux parler de *plutonisation*, puisqu'il paraît que dans beaucoup de cas où les roches calcaires sont fortement modifiées, la chaleur seule a été la principale cause modifiante. Des indices de changements produits par une haute température ou une demi-fusion s'observent également chez des roches purement calcaires, comme chez d'autres qui contiennent une quantité notable de magnésie et qui sont ainsi de vraies dolomies.

Fig. 1. — *Plutonisation du calcaire à li Conti et soulèvement du macigno par ce calcaire; la disposition des roches est analogue à celle du Caprile.* — *Loc. cit.*, p. 307.

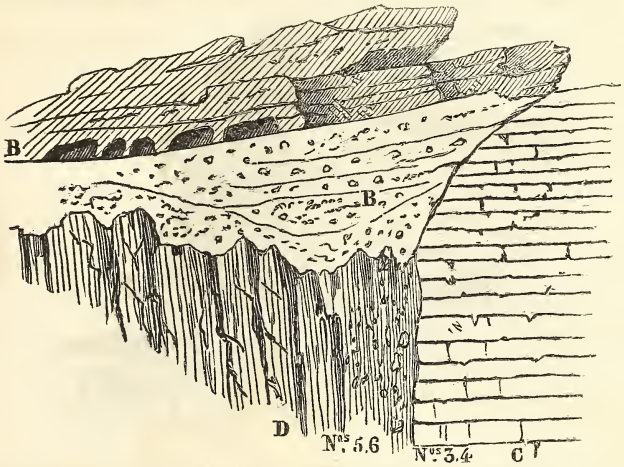


C. Calcaire stratifié crétacé passant au calcaire massif D. — M. Grès du macigno. — F. Faille dirigée N. 30° O. entre le calcaire et le macigno; la surface du calcaire est enduite d'une écorce scoriacée ferrugineuse.

Ainsi le calcaire de Caprile (n° 2) qui a perdu toute stratification, et qui traverse et soulève le macigno en forme d'une crête

aiguë (1), ne contient que 1 pour 100 de magnésie; mais il renferme une assez grande quantité de silice et de fer, ce qui lui donne une grande dureté. Ailleurs il y a des passages très subits de calcaires non magnésiens à des roches modifiées qui contiennent beaucoup de magnésie. C'est ce que j'ai observé surtout dans la

Fig. 2. — *Gorge de Positano près de S. Maria Castello; passage du calcaire stratifié à la dolomie; recouvrement transgressif de ces deux roches par la brèche quaternaire, qui est à son tour redressée postérieurement.*



C. Calcaire. — D. Dolomie. — B. Brèche. — Nos 3, 4, 5, 6, roches analysées.

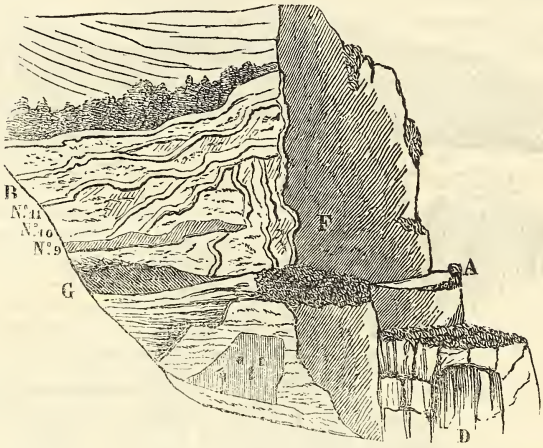
gorge de Positano (2) où le calcaire noir, stratifié en couches peu inclinées, passe insensiblement dans un filon vertical de dolomie. D'abord le calcaire devient massif, fendillé, brécheux, et les fragments noirs sont cimentés par une pâte dolomitique gris-clair; plus loin la roche devient blanche, cristalline et se divise en bancs verticaux. J'ai recueilli des échantillons composés d'un côté de calcaire noir, et de l'autre côté de dolomie brécheuse. Les analyses que j'en ai faites ont donné des résultats différents, selon que j'ai pris les morceaux plus près ou plus loin de la limite entre les deux roches. Ainsi le calcaire n° 3 ne contient que 1 1/2 pour 100 de magnésie; le n° 4 en a 6 pour 100, et la brèche n° 5

(1) *Loc. cit.*, p. 309.
(2) *Loc. cit.*, p. 331.

12 1/2 pour 100, pendant que le n° 6 renferme 31 pour 100 de carbonate de magnésie. Il n'est point inutile de remarquer qu'un calcaire brécheux très semblable à cette brèche constitue à quelques milliers de pieds plus haut la cîme du monte San-Angelo, et que cette roche, selon l'analyse de M. Abich, ne contient que 2 pour 100 de magnésie.

Près du village d'Agerola, j'ai décrit (1) un rocher formant à la Punta di Ronco une espèce de promontoire appelé le *Biscuit*

Fig. 3. — *Rocher de la Punta di Ronco du côté occidental.*



B. Brèche dolomitique. — D. Dolomie ancienne supportant la brèche.—F. Surface endurcie, taillant le rocher à pic. — G.—A. Sentier conduisant à Agerola. — G. Grotte à côté du sentier, dans le toit de laquelle ont été prises les roches analysées (nos 9, 10, 11). Vis-à-vis de ce point, mais de l'autre côté du rocher, se trouve le calcaire tufacé (no 8).

cassé, à cause de sa configuration singulière. Il est composé de brèche dolomitique, disposée en couches inclinées très irrégulières. Les fragments anguleux qui forment la brèche laissent entre eux des interstices vides et sont réunis sans ciment apparent, et à ce qu'il m'a paru uniquement par l'effet de la chaleur. Au milieu des couches brécheuses plus ou moins cohérentes, il y a des assises saillantes d'une dolomie grise compacte, et de pareilles assises ne se trouvent point seulement parallèlement aux couches de la brèche, mais encore sur des plans verticaux semblables à des filons. La brèche (n° 10) contient 22 pour 100 de

(1) *Loc. cit.*, p. 321.

magnésie, pendant que les assises de dolomie intercalées (n° 11) en renferment 34 pour 100. Une des assises qui forme le toit d'une grotte au pied occidental du rocher est composée d'un calcaire blanc semi-cristallin offrant des traces évidentes de ramollissement ou plutôt de fusion par la chaleur. En présentant à la Société un échantillon de cette roche, j'invite MM. les membres à regarder si ce morceau n'a pas plutôt l'apparence d'une roche éruptive que d'un calcaire. Ce calcaire ne contient que 12 1/2 pour 100 de magnésie. Enfin il y a au pied oriental du rocher un dépôt de calcaire tufacé, contenant des Cyclostomes, des Hélices et du charbon de bois. Ce dépôt passe inférieurement à un calcaire écumeux très léger, et pénétré de grands vides anguleux (n° 8), qui contient 4 1/2 pour 100 de carbonate de magnésie. Je pense que ce calcaire a été soumis à une chaleur intense unie à une grande pression à une époque où il était encore dans un état pâteux et humide, et que les vapeurs d'eau développées dans l'intérieur du dépôt ont produit les vides vésiculaires qu'on y remarque.

Toutes les roches analysées (à l'exception des n°s 1, 2 et 8) contiennent une matière bitumineuse qui produit une odeur fétide quand on dissout le calcaire dans l'acide hydrochlorique, et qui, conjointement avec la silice, reste insoluble à l'état de poudre noire. La quantité du bitume varie entre 1/3 pour 100 et 1 1/2 pour 100. Il est remarquable que certaines roches modifiées (n°s 5, 9, 10) contiennent du gypse, tandis que le calcaire contigu (n° 3) n'en renferme point de trace.

Il n'est pas dans mon intention de vouloir ici discuter la manière probable dont les calcaires de la péninsule de Sorrento ont été modifiés. N'ayant pas eu l'occasion d'examiner d'autres formations dolomitiques que celle dont j'ai parlé, je pourrais aisément être trop partial pour les idées plutoniennes qui devaient naître dans un pays aussi assujetti aux actions volcaniques que les environs de Naples. J'avoue pourtant qu'il me paraît impossible d'expliquer la formation des roches dolomitiques de la péninsule par le moyen d'infiltrations magnésifères. Comment saurait-on, par exemple, expliquer par la théorie des infiltrations la quantité différente de magnésie qui se trouve dans les diverses couches du rocher de la Punta di Ronco? Comment la partie inférieure du rocher (n° 8) pourrait-elle contenir quatre fois moins de magnésie que d'autres parties superposées (n° 11), si tout le rocher eût été pénétré par une solution magnésienne? La quantité de magnésie

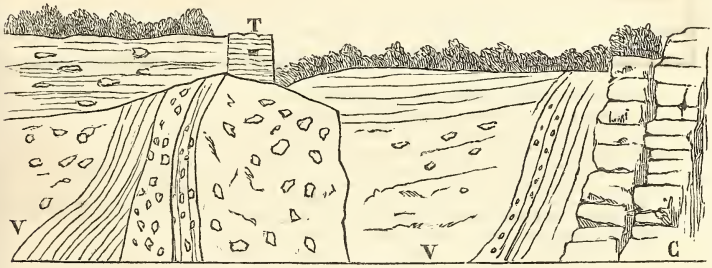
qui se trouve dans le filon dolomitique de Positano (nos 3-6) est aussi très différente dans les divers endroits, et ici on a la preuve que l'introduction de la magnésie est en réalité postérieure à la formation du calcaire, puisque le calcaire non modifié n'en contient presque pas.

D'ailleurs, je pense que la présence ou l'absence de la magnésie est de peu d'importance relativement aux modifications ignées qu'ont subies les calcaires de la péninsule sorrentine. Selon moi, des éruptions de gaz et de vapeurs d'eau à travers les dépôts calcaires fortement échauffés ont été les principales causes des changements physiques et chimiques de ces roches. Or, si le fendillement des calcaires, la dislocation des couches, l'origine des cavernes, la formation première des brèches et leur transformation postérieure s'expliquent ainsi aisément, ce que je crois avoir prouvé dans mon premier mémoire, je pense qu'il faut admettre aussi que la formation des dolomies, si étroitement liée aux phénomènes mentionnés, est l'effet des mêmes causes, et que la magnésie des roches plutonisées de la péninsule a été introduite simultanément et par voie ignée. Quoique la chimie actuelle ne connaisse aucune combinaison volatile de la magnésie, on a vu trop de découvertes merveilleuses se faire dans notre siècle, pour qu'on puisse absolument nier la possibilité de telles combinaisons, et l'on doit convenir que s'il existait jamais des vapeurs magnésifères, l'introduction capricieuse de la magnésie dans les calcaires et dans les brèches le long des fentes, et sur certaines lignes de fracture, s'expliquerait ainsi aisément.

Ces lignes de fracture sont assez généralement dirigées au N. 20° O., direction qui se retrouve dans les éruptions serpentineuses et dans les émanations gazeuses de la maremme de Toscane, et sur laquelle sont alignés les soulèvements des Alpes apuennes, du mont Pisano et du mont Argentaro. En renvoyant pour plus de détails à mon mémoire cité ci-devant (p. 333), je me bornerai à mentionner ici que la crête de calcaire non stratifié à Caprile, citée auparavant, est dirigée N. 20° O., et qu'une ligne, tracée dans cette direction par la cime du monte San-Angelo, touche vers le S.-S.-E. au rocher de la Punta di Ronco dont je viens de décrire les changements plutoniens très récents. Prolongée vers le N.-N.-O., cette ligne passe justement par le cratère du Vésuve, par le sommet dolomitique du Gran-Sasso et va aboutir aux dolomies célèbres de la vallée de Fassa. Une autre ligne, dirigée du sommet du monte San-Angelo au N. 70° E., passe exactement par le volcan éteint du mont Vultur, et cette direction coïncide,

comme je l'ai fait remarquer (1), avec l'axe de la péninsule sorrentine, et détermine le redressement remarquable du tuf volcanique dans le ravin de Pacognano (2).

Fig. 4. — *Ravin de Pacognano; redressement du tuf volcanique renfermant des cailloux de calcaire; la direction des couches verticales est N. 70° E. Recouvrement en discordance par des tufs remaniés.*



C. Calcaire. — V. Tufs volcaniques — T. Ancienne tour, de construction cyclopique, enveloppée dans les tufs supérieurs.

Ainsi les directions N. 20° O. et N. 70° E., perpendiculaires l'une sur l'autre, ont déterminé en grande partie le relief des montagnes de la péninsule de Sorrento et prédominent encore dans les phénomènes volcaniques récents de l'Italie, remarque que je suis bien aise de trouver confirmée dans un mémoire très intéressant de M. Ch. Sainte-Claire Deville (3). Selon les observations de ce savant distingué, l'ancienne ville de Stabiæ, détruite en l'an 79 lors de la première éruption historique du Vésuve, était située précisément sur la ligne que je viens de signaler comme traversant le San-Angelo, le Vésuve et le Gran-Sasso ; dans la Sicile cette ligne est dirigée N. 70° E. ; elle part du point de la Méditerranée où s'élevait en 1831 l'île Julia, passe par les salses de Girgenti (Macaluba) et de Terrapilata, et aboutit au sommet de l'Etna, après avoir traversé plusieurs des principaux gisements de soufre, de gypse et de sel gemme de la Sicile.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 1 (294).
(2) *Loc. cit.*, p. 32 (325).
(3) *Mémoire sur les émanations volcaniques.* (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIV, p. 254.)

Analyses chimiques.

NUMÉROS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Carbonate de magnésie.	0.22	1.09	1.58	6.35	12.69	30.88	4.02	4 87	12.66	22.00	33.85
Carbonate de chaux (1).	89.27	87.53	94.83	80.26	74.70	65.56	94.16	97.17	84.13	67.12	59.78
Sulfate de chaux hydraté.	. . .	. . .	. . .	. . .	3.76	. . .	0.09	. . .	3.09	3.25	. . .
Oxyde de fer et alumine.	2.62	7.53	. . .	1.00	. . .	0.51	0.47	0.79	. . .	. . .	. . .
Silice.	0.49	2 77	2.00	2.06	2 00	2.19	1.28	1.84	0.36	0.75	1.44

1. Calcaire hippuritique; vallée de Tramonti.
2. Calcaire massif entre Caprile et Monticchio.
3—4. Calcaire noir traversé par un filon de dolomie brécheuse.
5—6. Filon de dolomie brécheuse; gorge de Positano.
7. Incrustations de stalagmites, divisées en couches très minces, couvrant la surface intérieure d'une grotte dans la dolomie; près de la Scala.
8. Tuf calcaire écumeux au pied du rocher de Punta di Ronco, près d'Agerola.
9. Assise de calcaire fondu au milieu de la brèche.
10. Brèche dolomitique composant la masse du rocher.
11. Assises de dolomie brécheuse traversant la brèche.

M. Delesse fait remarquer que les faits mentionnés par M. Puggaard confirment l'opinion que la dolomie est quelquefois éruptive; il a lui-même déjà signalé des dolomies éruptives.

M. de Verneuil rappelle également que M. Rozet a indiqué en Algérie des dolomies éruptives.

Séance du 5 *décembre* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

(1) Quelques-unes des analyses ne sont point d'une exactitude absolue; la perte est causée en partie par les matières bitumineuses et en partie par la précipitation de la chaux comme oxalate ; par la conversion de l'oxalate de chaux en carbonate. On peut aisément perdre de l'acide carbonique en chauffant trop fort; mais je n'ai point voulu, pour cette raison, omettre ces analyses, qui sont assez exactes pour la quantité de la magnésie, précipitée soigneusement au moyen du phosphate de soude.

MM.

Groos, rue Saint-Georges, 9, à Paris, présenté par MM. Delesse et Collomb ;

Rockwell (Alfred P.), ingénieur des mines, à Norwich, Connecticut (États-Unis), présenté par MM. Pumpelly et Ch. Laurent.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Échinides nouveaux ou peu connus* (extr. de la *Revue et magasin de géologie*, n° 4, 1859), in-8, 27 p., 2 pl.

2° *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne;* 25e et 26e livraisons.

De la part de M. A. Damour, *Recherches chimiques et analyses sur l'aréolithe de Montrejeau* (Haute-Garonne), in-4, 5 p.....

De la part de M. Forchhammer, *Bidrag til Skildringen af Danmarks geographiske Forhold i deres afhængighed af landets indre geognostiske Bygning*, in-4, 48 p. Copenhague, 1858.

De la part de M. le professeur Massalongo, *Syllabus plantarum fossilium hujusque in formationibus tertiariis agri Veneti detectarum*, in-18, 181 p. Vérone, 1859.

De la part de M. Casiano de Prado, *Altura de los Picos de Europa, situados en el confin de las provincias de Leon, Oviedo y Santander, sobre el nivel del mar*, in-8, 13 p.....

De la part de M. V. Raulin :

1° *Statistique géologique du département de l'Yonne*, in-8, 864 p., 1 carte, 2 pl. de coupes. Auxerre, 1858; chez Perriquet et Rouillé.

2° *Catalogue de la collection des roches du département de l'Yonne* (extr. du *Bulletin de la Société de l'Yonne*, 1859), in-8, p. 349-451.

De la part de M. le professeur Eugène Sismonda, *Notizia storica dei lavori fatti dalla classe di scienze fisiche e mathe-*

matiche della R. Accademia delle scienze nell' anno 1858, in-4, 27 p., 1 pl. Turin, 1859.

De la part de M. le professeur B. Studer, *Uber die natürliche Lage von Bern. — Programm auf die fünf und zwanzigste Stifstungsfeier der Hochschule Bern*, in-4, 24 p., 1 carte. Berne, 1859.

De la part de M. Vilanova y Piera, *Memoria geognostico-agricola sobre la provincia de Castellon*, in-4, 229 p., 6 pl. Madrid, 1859 ; chez E. Aguado.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1859, 2e semestre, t. XLIX, nos 21 et 22.

Annales des mines, 5e série, t. XV, 2e livraison de 1859.

L'Institut, nos 1351 et 1352, 1859.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'agriculture et l'industrie dans l'arrondissement de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), n° 3, octobre 1859.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, 3e série, t. IV, n° 9, septembre 1859.

Mémoires de la Société royale de Liége, t. XIV.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XV, 1re partie.

The Athenæum, nos 1674 et 1675, 1859.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt, janvier à mars 1859.

Revista minera, t. X, n° 229, 1er décembre 1859.

The Canadian naturalist and geologist and proceedings of the natural history Society of Montreal, vol. IV, n° 5, octobre 1859.

M. Casiano de Prado fait hommage à la Société, au nom de M. Vilanova, d'un mémoire sur la géologie et l'agriculture de la province de Castellon (royaume de Valence) qui a été couronné par l'Académie de Madrid. Ce mémoire renferme quatre planches de fossiles du terrain tertiaire dont quelques-uns sont nouveaux.

A propos du procès-verbal, M. Delanoüe fait remarquer qu'il a visité les gisements de silex taillés de Picardie, et que les haches taillées et non polies y sont placées au milieu de silex, les uns usés, les autres anguleux.

M. Hébert dit que les silex taillés ont certainement été trouvés jusqu'ici dans le diluvium inférieur dont les éléments sont beaucoup plus roulés et bien mieux stratifiés que ceux du diluvium supérieur désigné sous le nom de *diluvium rouge* ou *diluvium des plateaux;* ces deux formations erratiques sont très distinctes et il importe de ne pas les confondre. Cela ne veut pas dire que l'on ne peut trouver des silex taillés dans une autre position géologique. Lors de la visite qu'il fit à M. Boucher de Perthes en 1854, il remarqua, chez ce savant archéologue, un grand nombre de silex taillés semblables à ceux du diluvium, mais plus frais et noirs comme les silex sortis des carrières de Meudon. M. Boucher de Perthes lui apprit que ces silex avaient été rencontrés sous la tourbe, et, si sa mémoire ne lui fait pas défaut, sous une tourbe ancienne. Le cabinet de géologie de la Sorbonne possède un silex qui faisait partie de la collection de M. Rigollot déposée chez M. Buteux. Ce silex porte, de la main de M. Rigollot probablement, l'indication précise de la localité où il a été rencontré, ainsi conçue : *Trouvé à Abbeville, près l'ancien Pont-Rouge, sous la tourbe, à 1 mètre au-dessous du niveau de la Somme.*

M. Albert Gaudry annonce à la Société que le Jardin des plantes a reçu il y a peu de temps, du pays des Esquimaux, une lance terminée par un silex qui est taillé, mais non poli, et paraît parfaitement semblable à ceux qu'on trouve dans le diluvium de Picardie. On en doit tirer la conclusion que plusieurs des silex taillés du diluvium de Picardie ont pu servir de bouts de lances et non de haches.

Le Secrétaire présente un travail manuscrit de M. Ébray intitulé : *Examen des méthodes de classification des Échinodermes.*

M. le vicomte d'Archiac dépose sur le bureau un mémoire de M. Marcel de Serres intitulé : *De l'extinction de plusieurs espèces animales depuis l'apparition de l'homme.*

Le Secrétaire lit une lettre de M. Triger, relative à une communication faite dans la séance précédente par M. Binkhorst, sur la craie de Maestricht :

Ancenis, 4 décembre 1859.

A la dernière séance, un de nos collègues, M. Binkhorst, a fait à la Société une communication sur la composition des différents dépôts crétacés des environs de Maestricht et sur les fossiles qu'on y rencontre. Il a commencé son intéressante communication en disant que, « depuis la publication de la première partie de son ouvrage intitulé : *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du duché de Limbourg et plus spécialement de la craie tuffeau*, ouvrage publié vers le milieu de 1859, il a continué ses recherches qui ont *amené la découverte de nouvelles couches intéressantes* par la faune spéciale que l'une d'elles renferme, et que cette découverte était le principal objet de sa communication. »

Ayant étudié en détail tous les environs de Maestricht et d'Aix-la-Chapelle, j'ai prié M. Binkhorst, après la lecture de sa note, de vouloir bien me donner des renseignements plus détaillés sur les fossiles trouvés dans ces couches, et principalement sur le lieu de leur gisement.

Ayant appris que les deux couches considérées par lui comme nouvelles se trouvaient dans les coteaux de Geulhem près Meerssen ; que la plus élevée offrait au milieu d'un banc de marne des cailloux roulés, des fragments de *Cidaris Faujasii*, et quelques fossiles tertiaires, et que la seconde était caractérisée par une abondance extraordinaire de radioles de *Cidaris Hardouini*, j'ai déclaré de suite à M. Binkhorst que ces deux couches avaient déjà été signalées; que la première était connue de beaucoup de géologues depuis longtemps, et qu'elle n'était autre que celle qu'il avait déjà signalée lui-même près de Klimmen, mais avec cette différence cependant, que dans cette dernière localité la couche en question se trouve intercalée dans des sables qui la séparent de la craie, tandis qu'à Geulhem et sur plusieurs autres points on la rencontre ordinairement dans des poches et en contact immédiat avec la craie ; j'ai ajouté que la seconde couche signalée par lui comme intéressante par ses fossiles spéciaux est également connue depuis l'exploration que j'en ai faite dans les coteaux de Geulhem en décembre 1858, c'est-à-dire six mois avant la publication de son esquisse géologique de la craie du Limbourg, et un an avant sa dernière communication à la Société géologique.

L'année dernière en effet et même dès les années précédentes, j'ai constaté que la première de ces deux couches dont parle

M. Binkhorst consistait, comme l'a dit ce géologue, dans un dépôt marneux fossilifère que l'on rencontre par places seulement, à la base des sables tertiaires micacés, tantôt au milieu même de ces sables, tantôt à leur base, et alors en contact immédiat avec la craie. C'est en un mot le dépôt tertiaire signalé et décrit depuis longtemps par M. d'Archiac comme recouvrant la craie de Ciply, dépôt qui s'étend beaucoup au delà de ce point, et qui recouvre également par places toute la craie de Fauquemont et de la montagne Saint-Pierre. Guidé par M. Ubaghs, géologue distingué, qui a déjà rendu de grands services à la science par ses publications et par ses nombreuses recherches dans cette localité, j'ai pu recueillir moi-même, dans cette première couche, des gastéropodes qui en déterminent parfaitement la place à la base du terrain tertiaire ; ces fossiles s'y trouvent même en assez grande quantité pour que M. Ubaghs ait cru devoir me prier, l'année dernière, d'en apporter un certain nombre à M. Sæmann pour les faire connaître et les livrer au commerce.

Quant à la seconde couche signalée par M. Binkhorst, elle est non-seulement caractérisée par une quantité extraordinaire de radioles de *Cidaris Hardouini*, mais aussi de *Cidaris Faujasii ;* car la véritable place des débris de ce dernier fossile n'est pas dans la première couche, comme l'a cru M. Binkhorst, mais bien dans la seconde. J'ai également exploré moi-même ce dépôt intéressant l'hiver dernier, dans les coteaux de Geulhem, précisément sur le point où M. Binkhorst a fait tout récemment ses recherches, et je me suis empressé de le signaler à tous les géologues du pays, à MM. Bosquet, Muller, Debey, de Koninck, et surtout à M. Ubaghs à qui j'ai donné une certaine quantité de radioles provenant de cette localité, en l'engageant beaucoup à faire précisément dans les coteaux de Geulhem les explorations que M. Binkhorst vient d'y faire. De retour à Paris, j'ai distribué à tous mes amis de nombreux radioles de *Cidaris Hardouini* et *Faujasii* de Geulhem ; j'en ai fait remettre à M. Michelin par l'intermédiaire de M. Cotteau et j'en ai donné à M. Cotteau lui-même plus de 80 qu'il a bien voulu me classer par espèces, et déterminer avec le plus grand soin. Enfin, j'ai signalé cette couche à la Société géologique au mois de décembre, l'année dernière, en disant qu'on pouvait la considérer comme terminant les dépôts de la période crétacée, attendu qu'elle était supérieure à la craie dure à gastéropodes, à la craie à *Hemiaster prunella*, enfin aux deux couches intéressantes très connues par les rudistes qu'on y rencontre, fossiles sur lesquels j'appelai l'attention de M. Bayle, et dont

je crus devoir alors entretenir principalement la Société. J'ajoutai même avant de terminer ma communication, que si, d'un côté, cette couche qui ne se borne pas, comme l'a cru M. Binkhorst, à un simple lit de 10 centimètres, mais qui constitue au contraire un dépôt remarquable de $1^m,50$ au moins d'épaisseur, bien tranché par sa nature, pouvait être considéré comme le dernier de la craie, d'un autre côté, les sables d'Aix-la-Chapelle, regardés à toutes les époques par les géologues comme constituant le terrain crétacé le plus ancien de cette contrée, ne pouvaient plus être classés dans la craie inférieure comme autrefois, attendu qu'ils appartenaient incontestablement à la craie blanche, et que je pouvais en donner comme une preuve un exemplaire de *Spondylus spinosus* trouvé au milieu même de ces sables.

Cette dernière opinion ne fut pas accueillie favorablement par tous nos collègues, ainsi qu'on a pu le voir depuis dans le *Bulletin ;* car, dans sa note sur la craie du Nord, M. Meugy, à propos de cette communication, me fit le reproche de vouloir faire commencer la craie par les sables du *Torrent* d'*Anzin*, c'est-à-dire par la craie à *Pecten asper*, attendu que, malgré tout ce qui a été publié pour démontrer que les sables d'Aix-la-Chapelle sont plus récents qu'on ne l'a cru dans le principe, M. Meugy n'en persiste pas moins à les assimiler aux sables du *Torrent* d'*Anzin* qui n'ont pas plus de rapport avec les sables d'Aix-la-Chapelle, que la craie blanche n'en a avec la craie à *Pecten asper*.

En résumé, je tiens beaucoup à ce que la Société soit informée des points suivants :

1° Les deux couches des environs de Meerrsen, que M. Binkhorst a signalées dernièrement, ne sont point nouvelles pour la science. La première a été indiquée pour la première fois par M. d'Archiac aux environs de Ciply ; elle a été explorée depuis longtemps par M. Ubaghs autour de Fauquemont, où je l'ai visitée moi-même plusieurs fois ; enfin les fossiles en sont aujourd'hui dans le commerce. La seconde couche n'est pas plus nouvelle que la première, puisque je l'ai signalée depuis un an à la Société géologique, comme terminant la série des dépôts crétacés des environs de Maestricht, n'attachant pas, du reste, à cette couche, une autre importance que celle d'être un fait de plus, entre mille, constatant la parfaite identité qui existe entre la craie supérieure de Maestricht et la craie de Ciply, où les mêmes radioles de *Cidaris* abondent à la partie supérieure.

2° Je suis heureux de trouver une occasion pour répondre à la

note insérée dans le *Bulletin* par notre collègue M. Meugy, note dans laquelle il prétend que je confonds les horizons géologiques au point de voir de la craie blanche dans la craie chloritée à *Pecten asper*. Je déclare de nouveau que les sables d'Aix-la-Chapelle n'ont aucun rapport avec les sables du *Torrent* d'*Anzin;* qu'en assimilant ces deux dépôts d'âges différents, M. Meugy tombe précisément dans l'erreur qu'il m'attribue ; car les sables du *Torrent* d'*Anzin* appartiennent à la craie chloritée, tandis que les sables d'Aix-la-Chapelle appartiennent incontestablement à la craie blanche, puis que M. Debey, après s'être occupé spécialement de la détermination des plantes fossiles qu'ils renferment, n'a pu jusqu'à présent, *de son propre aveu*, leur trouver d'équivalents dans le Nord que dans les dépôts correspondant à la partie inférieure du sénonien (d'Orbigny) et non dans le turonien comme le prétend M. Binkhorst ; puis qu'enfin, d'après des indications données par M. Beissel, géologue des plus distingués de la Prusse Rhénane, j'ai recueilli moi-même dans ces sables, près de la *Vieille Montagne* et le long de la colline qui conduit de ce point à Gemmenich, les *Cardium Becksii*, Muller, le *Cardium striatum*, Dujardin, une Volute voisine de la *Voluta Lahayesi*, et enfin le *Spondylus spinosus* qui en détermine parfaitement le niveau, et les place dans la craie de Blois et de Chaumont, décrite par M. d'Archiac, fait qu'on devrait bien enregistrer, afin qu'on ne vienne pas en annoncer la découverte l'année prochaine.

M. Hébert fait la communication suivante :

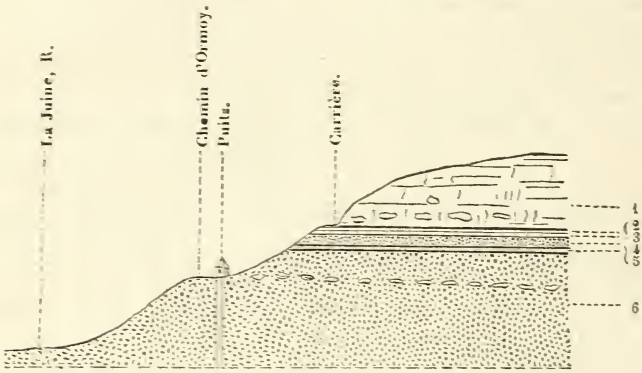
Note sur la position réelle de la couche marine d'Ormoy; par M. Hébert.

La Société se rappelle qu'à la dernière séance j'avais prié M. d'Orbigny de venir avec moi à Étampes, me chargeant de lui faire reconnaître l'erreur dans laquelle il est tombé, en soutenant que le lit de coquilles marines, signalé par moi en 1851 dans cette localité entre les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce, est le même que celui qui se trouve à la partie inférieure de la masse sableuse à Étrechy, Jeurre, etc.

M. d'Orbigny n'a pu se rendre à cette invitation, mais quatre membres de la Société géologique, MM. Grüner, Ed. Collomb, Danglure et Jannettaz, ce dernier attaché au cabinet géologique du Muséum, ont bien voulu m'accompagner dans cette excursion.

J'ai conduit, le jeudi 24 novembre, ces messieurs à Ormoy, dans la propriété de M. de Neufforge, et là, comme je l'avais dit en 1851 dans la note attaquée par M. Ch. d'Orbigny, nous avons vu, dans une coupe fraîche et de la plus grande netteté, la succession suivante de haut en bas :

Coupe d'Ormoy (propriété de M. de Neufforge).



Calcaire de Beauce.

1. Calcaire lacustre avec lits siliceux intercalés. Environ. 25m,00
2. Marne d'eau douce. 0m,60
3. Lit de grès calcaire rempli de *Potamides Lamarckii*, Brong., et de *Paludina Dubuissoni*. Bouillet. . 0m,03

Formation marine des sables de Fontainebleau.

4. Sable rempli de coquilles marines, dont les plus abondantes sont :

   Cardita Bazini, Desh.
   Cytherea incrassata. Desh.
   Lucina Heberti, Desh.
   Cerithium plicatum. Lamk.

   Épaisseur de cette couche. 1m,00
5. Marne calcaire remplie de *Potamides Lamarckii* et de *Paludina Dubuissoni*. 0m,30
6. Sable blanc sans fossiles, avec un lit de cailloux roulés, à 8 mètres de la surface supérieure. (Ce lit de cailloux roulés se voit, assez mal il est vrai, dans une sablière qui est à côté de la maison. Il est à un niveau bien plus élevé que celui d'Étampes.). 10m,00

   Un puits, creusé dans la propriété, a pénétré 15 mètres plus bas dans les sables, sans les traverser.

Le banc n° 4 que j'avais signalé en 1851 n'est donc pas une fiction ; il n'a jamais été aussi visible qu'il l'est aujourd'hui.

La seule différence entre cette coupe et celle que j'ai donnée en 1851, c'est l'épaisseur du calcaire de Beauce beaucoup plus puissant que je ne l'avais jugé par un examen rapide, dans lequel mon attention n'était point fixée de ce côté. D'ailleurs, M. d'Orbigny ne porte cette épaisseur qu'à 12 mètres, nombre inférieur à celui que j'avais donné.

Ce calcaire d'eau douce se voit en assises horizontales et en superposition immédiate sur les sables, sur plusieurs mètres d'épaisseur. La partie inférieure renfermant de nombreux silex est exploitée pour les routes dans ce lieu même.

Quant à la masse des sables, non-seulement elle est, comme on vient de le voir, au-dessous du banc marin, mais la vallée dans sa plus grande profondeur ne la traverse pas entièrement.

M. d'Orbigny ne paraît pas avoir connu le point que je viens de décrire ; c'était cependant celui qui avait servi à ma coupe et où j'ai conduit la Société géologique en 1855. A cette époque, il n'était pas, comme il l'est aujourd'hui, enclos dans une propriété particulière.

Le lit marin supérieur aux sables se retrouve dans deux autres points un peu plus au sud.

En premier lieu, près de l'église d'Ormoy ; c'est le gisement qu'a vu M. d'Orbigny, d'après l'indication même de M. Jannettaz. Là cependant encore la superposition immédiate de la marne d'eau douce, partie inférieure du calcaire de Beauce, sur le sable coquillier, est très facile à constater ; et c'est ce que nous avons fait dans chacun des trous où affleure le lit de coquilles marines ; mais le lit d'eau douce n° 5 manque ici, et les fossiles qu'il renferme dans la coupe précédente (*Potamides Lamarckii*, *Paludina Dubuissoni*) sont disséminés en grande abondance dans la couche coquillière marine (n° 4), tandis qu'ils manquent à peu près complétement dans la propriété de M. de Neufforge. On remarque encore que dans le gisement de l'église d'Ormoy les fossiles sont d'une conservation admirable, les bivalves ayant presque toutes encore leur ligament intact, tandis que dans l'autre gisement, qui est à 3 ou 400 mètres seulement plus au nord, elles ont les valves séparées, et sont entassées pêle-mêle et sans ordre.

Immédiatement au-dessus de ces petites sablières à coquilles marines, où la marne d'eau douce à *Paludina Dubuissoni* repose directement sur le sable, sont des trous d'extraction de silex pratiqués à la base du calcaire de Beauce parfaitement en place.

Ces carrières ne sont plus en activité aujourd'hui ; mais des amas de débris de silex concassés par les ouvriers et la présence des trous non encore comblés n'ont laissé à aucun de nous la moindre incertitude.

En second lieu, ce même banc marin se retrouve à mi-côte de l'autre côté de la vallée, entre le hameau du Mesnil et le château de Vauvert, toujours immédiatement au-dessous du calcaire de Beauce, les deux assises se maintenant sensiblement à la même hauteur des deux côtés de la vallée.

M. d'Orbigny dit que, par l'ensemble de ses caractères paléontologiques et stratigraphiques, le gîte fossilifère d'Ormoy correspond *sans le moindre doute* aux couches coquillières de Jeurre, d'Étrechy et de Morigny (environs d'Étampes). Je viens de montrer qu'il en est autrement au point de vue stratigraphique, puisque l'assise fossilifère d'Ormoy est entre le travertin supérieur (calcaire de Beauce) et la masse des sables de Fontainebleau, tandis que les couches de Jeurre, etc., reposent sur le calcaire de Brie et sont recouvertes par les sables.

Cette raison pourrait me dispenser d'en dire davantage, mais je dois ajouter qu'au point de vue paléontologique les deux horizons ne sont pas moins distincts.

L'horizon supérieur n'a encore fourni que 22 espèces, parmi lesquelles certaines extrêmement abondantes, comme

Cardita Bazini.
Potamides Lamarckii.
Paludina Dubuissoni.

et plusieurs autres moins communes sont propres à ce niveau et n'ont jamais été trouvées dans l'horizon inférieur. Deux d'entre elles se rencontrent même dans les premiers lits du calcaire de Beauce, ce qui établit entre les deux formations superposées, l'une marine, l'autre d'eau douce, une liaison remarquable.

L'horizon inférieur est représenté jusqu'ici par plus de 120 espèces, parmi lesquelles 110 au moins ne se rencontrent pas dans l'assise supérieure. Je citerai, parmi les plus abondantes :

Melania semi-decussata, Desh.
Deshayesia parisiensis, Raulin.
Trochus incrassatus, Desh.
6 ou 7 espèces de Cérites (*C. dentatum*, *elegans*, *Boblayei*, *lima*, etc.).
Voluta Rathieri, Héb.
Lucina squamosa, Lamk.

Cytherea splendida, Mérian.
Pectunculus subterebratularis, d'Orb.
— *angusticostatus*, Lamk.
Plusieurs espèces de Tellines, etc., etc.

D'autre part, ces deux horizons sont liés entre eux par un groupe d'espèces communes, dont les principales sont :

Cerithium plicatum, Lamk.
Cytherea incrassata, Desh.
Lucina Heberti, Desh.

Cette liaison entre les parties supérieures et inférieures des sables de Fontainebleau n'a rien que de très naturel.

Je profite de cette occasion pour rectifier un passage de la note citée plus haut (*Bull.*, 2e sér., t. VIII, p. 343) où, par une erreur d'impression qui m'avait échappé, on m'a fait placer le *Cerithium Lamarckii* et la *Cardita Bazini* (désignée alors sous le nom de *Venericardia intermedia*, Brocc.) parmi les espèces communes aux deux niveaux fossilifères.

Ainsi donc les trois conclusions de M. Ch. d'Orbigny relatives à l'âge des sables coquilliers d'Ormoy ne sont nullement fondées.

Enfin M. d'Orbigny combat une assertion qui se trouve dans ma note de 1851 : à savoir, que le banc de grès supérieur exploité à Fontainebleau, à Orsay et dans plusieurs points des environs d'Étampes, ne se trouve pas à Ormoy. M. d'Orbigny soutient qu'il y est comme ailleurs, et que si on ne le voit pas, c'est que tous les blocs apparents ont été enlevés pour les constructions. Notre attention s'est portée sur ce point, et nous avons constaté que de chaque côté de la vallée le banc de grès manque, et n'a jamais existé sur les points où le banc coquillier marin se rencontre. Ce banc coquillier cessant au nord au lieu dit *la Tourte*, et en face au-dessus du château de Vauvert, on voit reparaître les grès immédiatement après, dans le bois de *Vauroux* d'une part, et au-dessous de *Bel-Air* de l'autre.

Le lendemain, dans une exploration que j'ai faite seul, j'ai vu qu'il en était de même au sud d'Ormoy. Les grès recommencent à apparaître au sud du hameau de Landreville, à la ferme d'Artondu, et alors le banc coquillier n'existe plus. La zone coquillière paraîtrait, d'après cela, n'avoir en ce point qu'un kilomètre à un kilomètre et demi de largeur.

Quelle que soit l'hypothèse que l'on puisse faire pour ces faits, ils n'en sont pas moins certains; il est bon de les enregistrer.

La position de la couche marine d'Ormoy dans la série des sables de Fontainebleau, son indépendance de l'assise fossilifère de Jeurre, restent donc établies comme je l'ai fait dès le principe.

J'ai déjà déclaré n'avoir point cité cette couche à la côte Saint-Martin, près Étampes. Ma note de 1851 ne prêtait à aucune confusion de ce genre; la preuve en est dans le *tableau des couches des environs de Paris* publié en 1855 par M. Ch. d'Orbigny, et où cette couche se trouve mentionnée uniquement à Ormoy. Il est vrai que cette erreur se trouve insérée dans le procès-verbal de la session extraordinaire de 1855 dont j'ai été secrétaire; mais une note insérée en tête de ce procès-verbal atteste que je n'en suis pas le rédacteur. J'ai parcouru ces procès-verbaux en manuscrit, mais je n'en ai point revu les épreuves, et de cette façon cette erreur m'a échappé. Je conçois qu'elle ait pu sur ce point tromper M. d'Orbigny, bien que quelques lignes plus loin il soit dit formellement que la couche marine ne se prolonge pas au nord d'Ormoy.

Quant à M. de Rouville qui a tenu la plume à ma place, et dont le dévouement et la bonne foi ne sauraient être mis en doute, s'il a rédigé d'une manière inexacte l'une des phrases de son procès-verbal, on ne saurait d'aucune façon lui en faire un reproche. Il comptait sans doute sur une révision dont les circonstances m'ont empêché de m'acquitter. D'ailleurs, son erreur est bien peu de chose, comme on va le voir, et elle a été tout naturellement causée par les développements que cette excursion m'a amené à exposer aux membres de la Société.

J'ai fait remarquer, en effet, que le *Potamides Lamarckii* occupe dans les calcaires de Beauce et les meulières de Montmorency une place fixe. Il ne se trouve jamais dans la masse lacustre où les Planorbes et les Limnées abondent; il caractérise un et quelquefois deux lits distincts, comme cela se présente à la côte Saint-Martin à la base de la formation lacustre, immédiatement au-dessus de la formation marine des sables; et, comme me l'a fait dire très justement M. de Rouville (p. 1318, l. 29), « la transition entre les deux faunes n'a pas été brusque. » Entre l'eau salée et l'eau douce, il y a eu l'eau saumâtre, milieu dans lequel a pullulé ce *Potamides Lamarckii* dont l'horizon dans le bassin de Paris ne varie que de quelques centimètres à quelques décimètres d'épaisseur.

Ce fossile se trouve d'ailleurs en abondance dans la couche marine d'Ormoy (gisement au-dessus de l'église) dans un état parfait de conservation, la bouche intacte. Il est probable qu'il a dû

vivre dans les mêmes eaux que les coquilles essentiellement marines qui l'accompagnent. Ces eaux recevaient d'ailleurs des affluents d'eau douce qui amenaient la *Paludina Dubuissoni*. Il y avait là en outre des flaques d'eau saumâtre s'étendant vers le rivage de la mer; c'est ainsi que s'est formée la marne calcaire n° 5 (*antè*, p. 108) et n° 6 (*Bull.*, 2e sér., t. VIII, p. 342); mais à la hauteur de l'église d'Ormoy, ou bien des communications fréquentes entre les petites lagunes et la mer entraînaient les Paludines et les Potamides au milieu des sables marins, ou bien ces fossiles ont pu vivre sur ces rivages en compagnie des fossiles marins, la salure des eaux n'étant point assez prononcée pour y mettre obstacle.

Puis une invasion plus prononcée de la mer a accumulé sur ce lit (n° 5) de marne à Potamides et à Paludines, et sur une largeur peu considérable, une couche de 1 mètre de sable avec coquilles exclusivement marines (couche n° 4). Après quoi, la mer se retirant, les eaux sont redevenues saumâtres, un nouveau lit à Potamides et à Paludines s'est formé (c'est le n° 3 de ma coupe), et enfin les eaux, devenues complétement douces, n'ont plus nourri que des coquilles lacustres (Limnées, Planorbes, etc.).

Ainsi, dans ma pensée, le lit à Potamides qui est la base de nos meulières supérieures, qui est également à la base du travertin supérieur d'Étampes, est le représentant exact de l'époque pendant laquelle s'est déposé le lit à coquilles marines d'Ormoy avec lequel il est si intimement associé. C'est donc la place qu'occupe le gisement marin d'Ormoy dans la chronologie des diverses assises examinées dans l'excursion d'Étampes, et non pas le lit de coquilles marines lui-même, que j'indiquais dans la tranchée de la côte Saint-Martin.

M. Ch. d'Orbigny présente les observations suivantes sur la communication de M. Hébert :

Comme la note que M. Hébert vient de lire contient, selon moi, des inexactitudes, je me réserve d'y répondre par écrit quand elle sera imprimée. Cependant dès aujourd'hui je dois faire remarquer à la Société que le *Bulletin de la Société géologique* n'ayant cité la nouvelle assise de coquilles marines qu'à la côte Saint-Martin près Étampes, et à la colline d'Ormoy, je me suis contenté de visiter et d'étudier ces deux localités. J'ai d'abord constaté que la prétendue couche marine mentionnée comme vue à la côte Saint-Martin, par une réunion de géologues, sous la direction de M. Hébert, n'y existe pas, et maintenant ce fait n'est plus contesté.

J'ai dit ensuite que le gîte coquillier cité par M. Hébert *devant*

l'église d'Ormoy consiste en deux sablières situées vers la base de la colline. Au-dessus de ce banc coquillier se trouvent plus de 30 mètres de terrains complétement recouverts de végétation, et la surface du sol présente seulement des débris éboulés de travertin. Cette partie de la colline est donc indiscernable, et des excavations seules pourraient en révéler la véritable constitution. Toutefois, un trou fait par les ouvriers, à 5 ou 6 mètres au-dessus de la zone coquillière de la butte d'Ormoy, ayant constaté la présence des sables de Fontainebleau, on est porté à attribuer à cette formation une certaine épaisseur, si l'on ne suppose pas aux travertins supérieurs une puissance plus grande que celle connue jusqu'ici, c'est-à-dire 10 à 15 mètres au maximum.

Voilà tout ce que l'on peut énoncer de plus positif à l'égard de ce point ; mais les buttes qui précèdent et qui suivent immédiatement celle d'Ormoy offrent quelque chose de plus clair. On y voit de nombreux blocs de grès éboulés sur les pentes des collines, et cela au-dessus du niveau de la zone coquillière. J'ai donc dû en conclure que la butte d'Ormoy présente la même composition ; que les blocs de grès y seraient encore visibles au-dessus de la couche à coquilles, s'ils n'avaient été exploités pour les constructions d'Ormoy.

Enfin j'ai ajouté qu'à environ un kilomètre et demi d'Ormoy et sur la route même d'Étampes, on voit à la base de la colline un gîte coquillier identique avec celui d'Ormoy, et recouvert sur plus de 20 mètres d'élévation par de nombreux blocs de grès dits de Fontainebleau ; en sorte qu'ici la question semble résolue.

Aujourd'hui M. Hébert décrit des localités nouvelles, tout à fait différentes et situées à une certaine distance d'Ormoy. Ces localités, que je n'ai pas encore visitées et sur lesquelles je ne puis par conséquent rien dire en ce moment, étaient sans doute inconnues de M. Hébert lui-même, lorsqu'en 1855 il a exploré avec la Société géologique Étampes et Ormoy ; car autrement il en eût été fait mention dans le *Bulletin*. Je ferai remarquer en outre que les travertins supérieurs n'avaient point encore été indiqués dans le bassin parisien comme atteignant une puissance de 25 à 30 mètres. Si cela est réel, c'est un nouveau fait intéressant pour la géologie parisienne et qui méritait d'être signalé plus tôt. La première coupe des environs d'Étampes et d'Ormoy, publiée par M. Hébert, n'attribuait aux travertins supérieurs qu'une puissance de 15 mètres, et élevait à 60 mètres celle des sables de Fontainebleau. Or cette coupe diffère singulièrement de celle qu'il donne aujourd'hui après avoir visité la propriété de M. de Neufforge. Quoi qu'il en

soit, je me propose d'explorer les nouvelles localités dont il s'agit, et j'exposerai à la Société le résultat de nos recherches.

M. Grüner, qui a accompagné M. Hébert dans sa course récente, indique approximativement la position des lieux en litige. Il déclare se trouver entièrement d'accord avec M. Hébert. Il a vu la sablière à fossiles marins à Ormoy, immédiatement au-dessous du travertin. Ce travertin est d'ailleurs bien en place, comme on peut en juger par des excavations faites pour exploiter les couches siliceuses placées à la base de ce terrain. Quant aux grès aperçus par M. d'Orbigny des deux côtés d'Ormoy, et que celui-ci croit placés au-dessus de la couche marine, M. Grüner pense qu'ils sont également au même niveau que la sablière d'Ormoy.

M. Collomb partage complétement l'opinion de M. Grüner.

M. Hébert ajoute qu'il n'apporte pas de faits nouveaux dans le débat, comme l'affirme M. d'Orbigny ; il n'y a, pour s'en convaincre, qu'à mettre en regard son ancienne coupe d'Ormoy et la nouvelle. La localité dont il vient de donner la coupe est d'ailleurs la seule, à sa connaissance, où le banc de coquilles marines soit compris entre deux couches à Paludines. Il rappelle que dans son ancienne note, écrite il y a huit ans, l'évaluation de l'épaisseur du travertin ou des sables n'est pas le point en litige ; c'est la position du banc marin, et sur ce point son opinion n'a reçu aucune atteinte. D'ailleurs le travertin n'est pas moins épais à l'église d'Ormoy qu'à la propriété de M. de Neufforge ; et, quant aux sables, l'épaisseur qu'il leur a attribuée en 1851 est tirée, non pas de la coupe d'Ormoy, mais de la différence d'altitude entre leur niveau supérieur à Ormoy et leur niveau inférieur à Jeurre.

M. Grüner donne lecture, au nom de l'auteur, de la note suivante :

Note sur les sondages du Gard; par M. Parran, ingénieur des mines.

Deux sondages importants viennent d'être exécutés dans le département du Gard.

Le premier, dit sondage de *Montalet*, a été foré par l'initiative d'une société constituée pour rechercher la houille en dehors de

la concession de Robiac et Meyrannes. Commencé à la fin de l'été 1857, il a atteint le terrain houiller deux ans après, à la profondeur de 217 mètres, après avoir traversé quelques assises inférieures du lias et tout le trias existant sur ce point.

Voici la coupe sommaire de ce sondage :

TERRAIN DE TRANSPORT.

38m,00. Terrains meubles, argiles, sables, galets, fragments de roches.

LIAS.

Dolomie infra-liasique

62m,53. Calcaires magnésiens, en bancs de 3 à 4 mètres d'épaisseur, devenant, vers la base, des calcaires bleus ou cendrés, à grain fin.

Infra-lias.

94m,54. Calcaires à grains fins, en plaquettes, alternant avec des couches de marnes grises ; quelques grès fins à la base.

TRIAS.

1. *Étage supérieur. Marnes bariolées. Incomplet.*

167m,87. Calcaires jaunâtres à l'air, bancs de grès avec grains verts, nombreux lits de marnes grises, noires, vertes, lie de vin, alternant parfois avec des lits minces de calcaires magnésiens, des bancs de grès, mais la marne colorée forme l'élément essentiellement dominant ; les autres roches sont simplement subordonnées.

2. *Étage calcaire avec minerai de fer* (réduit à très peu de chose).

175m,30. Calcaires gris magnésiens, calcaires noirâtres très pyriteux, alternant avec des lits de marnes noires.

3. *Étage inférieur. Grès à gros éléments* (incomplet ici).

217m,40. Bancs de grès blanc, à grains quartzeux augmentant de grosseur vers la base, quelques lits de marnes et de schistes noirs micacés (la base du trias est presque partout indiquée par un banc de grès à gros éléments, parfois désagrégé et sableux).

TERRAIN HOUILLER.

263m,00. Alternance de bancs de grès gris clair très fins, très micacés, alternant avec des filets schisteux et des cou-

ches de houille. La première couche, de $0^m,80$, a été rencontrée à $247^m,31$ de profondeur; la deuxième, à 263 mètres.

$264^m,00$. Profondeur au 5 décembre 1859. Le forage continue.

Les couches sont relevées à la surface par suite d'un repli, en sorte que les profondeurs données ne représentent pas les épaisseurs normales des bancs traversés. L'inclinaison semble reprendre son allure normale, 15 à 20 degrés, dans la profondeur; mais on n'a pu encore la déterminer exactement.

Le deuxième sondage a été exécuté à l'extrémité de la concession de Rochebelle, près de la limite des concessions de la Grand' Combe, par la compagnie des forges d'Alais, au lieu dit Malbos. On a marché à peu près parallèlement à Montalet et à Malbos, et atteint le charbon à des profondeurs peu différentes.

Voici la coupe des terrains traversés :

TRIAS.

1. *Étages supérieurs. Marnes irisées.*

N. 1. $16^m,05$. Bancs de calcaires siliceux, séparés par des marnes noires.
N. 2. $24^m,20$. Grès à grains fins et serrés.
N. 3. $78^m,35$. Marnes de couleurs diverses, grises, noires, vertes, rouges.

2. *Étage calcaire* ou *étage moyen.*

N. 4. $111^m,50$. Grès et calcaires associés.
N. 5. $149^m,02$. Marne grise et noire; gypse répandu sur toute la hauteur.
N. 6. $163^m,18$. Calcaires ferrugineux, avec grains de quartz.

3. *Étage inférieur* (schistes et grès).

N. 7. $166^m,23$. Marnes noires.
N. 8. $169^m,31$. Marnes avec gypse et *sel marin.*
N. 9. $185^m,00$. Schistes micacés ressemblant au schiste houiller.
N. 10. $195^m,00$. Calcaires.
N. 11. $207^m,00$. Schistes feuilletés et micacés.
N. 12. $225^m,00$. Grès de la base, à gros éléments quartzeux.

TERRAIN HOUILLER.

N. 13. $248^m,50$. Alternance de schistes houillers, de schistes noirs et de houille. La première couche a été percée à $241^m,80$, et la seconde à $243^m,61$. La première a $0^m,71$ de charbon et la deuxième $0^m,65$.
N. 14. $248^m,50$. Profondeur au 5 décembre 1859. Le forage sera continué.

On s'était placé au sommet d'une espèce de selle en dos d'âne, en sorte que les assises étaient à peu près horizontales, et que les profondeurs du sondage ont pu donner à peu de chose près les épaisseurs des bancs traversés ; cependant, vers la fin, l'inclinaison paraît avoir augmenté, et le terrain houiller a été rencontré un peu plus bas qu'on ne l'espérait.

Comme on le voit, les deux sondages ont recoupé le terrain houiller à la même profondeur pour ainsi dire, à $217^{m},40$ pour Montalet et 225 pour Malbos. Cette circonstance est fortuite. L'épaisseur des terrains morts devait être beaucoup plus considérable à Montalet, à cause de l'infra-lias et à cause du reliement des couches. Heureusement que les étages moyens et inférieurs du trias s'y sont trouvés réduits en quelque sorte à l'état rudimentaire. A Malbos, au contraire, le trias a présenté son développement le plus complet. A ce point de vue, la coupe ci-dessus présente un grand intérêt ; car on peut la considérer comme l'expression vraie de la formation triasique du Gard, lorsque toutes les parties de cette formation s'y trouvent et qu'elles y ont leur épaisseur normale.

La présence du sel marin dans le trias du Gard a été démontrée pour la première fois directement par le sondage de Malbos.

Au point de vue des couches de houille que les deux sondages doivent recouper et traverser, ils sont placés dans des conditions bien différentes. A Malbos, les couches de houille se rapportent, on peut le dire avec une très grande probabilité, à la partie supérieure du faisceau charbonneux de la Grand'Combe, c'est-à-dire au système de la montagne Sainte-Barbe. Tout porte à penser que le sondage poussé assez loin rencontrera les belles couches d'Abylon et de la Grand'Beaume qui sont à la base du faisceau. A Montalet, c'est le prolongement de la zone charbonneuse supérieure du terrain houiller qu'on a rencontré. Cette zone charbonneuse se compose d'un grand nombre de couches minces, rapprochées les unes des autres, alternant avec des bancs de grès très fins et très micacés ; elles sont connues et exploitées à Saint-Jean-de-Valériscles, Molières, les Salles de Gagnères et à Lacombe près Banne (Ardèche). Moins riche en combustible que la zone inférieure de la Grand'Combe et de Bénéges, elle est cependant susceptible d'une exploitation avantageuse. Il est en outre permis d'espérer qu'on retrouvera au-dessous d'elle et à une profondeur encore accessible les couches inférieures en question.

Il est à désirer pour l'éclaircissement complet des vues que nous présentons que les sondages de Malbos et de Montalet soient poussés le plus loin possible.

Je dois mentionner ici un autre travail, très important au point de vue de l'étude houillère de la contrée : c'est le forage d'un puits dans le trias près les Avelas (Ardèche), pour aller rechercher le prolongement du terrain houiller du Gard dans la partie nord. Ce puits traversera 120 à 150 mètres de trias probablement, et atteindra la zone charbonneuse supérieure, si elle existe en ce point.

Si cette zone charbonneuse n'existe pas, il faudra traverser encore un étage schisteux stérile de 200 mètres avant d'arriver à la zone charbonneuse inférieure. Le succès de cette recherche serait d'une importance capitale ; il permettrait de créer, sur les pentes triasiques dont Saint-Paul-le-Jeune occupe le centre, une suite d'exploitations analogues à celle que la compagnie de Robiac a installées à Molières.

M. Hébert fait observer que la manière dont M. Parran divise le trias du Gard ne lui paraît pas concorder avec les divisions généralement adoptées dans les autres contrées. Ayant eu occasion d'étudier ce système de couches dans le Gard même, M. Hébert rapporterait à l'infra-lias les n°s 1 et 2 de la coupe de Malbos ; au keuper ou marnes irisées les n°s 3 à 9 qui auraient en ce point une épaisseur de 116^{m},65 ; au grès bigarré les n°s 11 et 12, épaisseur, 41^{m},50 ; et le n° 10, épaisseur 12 mètres, pourrait être considéré comme le représentant rudimentaire du muschelkalk. Il renvoie d'ailleurs pour plus de détails à la note qu'il a publiée récemment sur ce sujet (1).

M. Laugel, secrétaire, donne lecture de la note suivante de M. de Mortillet :

Note sur l'âge des sables à silex et des marnes bigarrées de la Perte du Rhône ; par M. Gabriel de Mortillet.

Dans la localité si connue de la Perte du Rhône, entre le gault ou terrain albien et la mollasse marine, terrains parfaitement caractérisés par leurs fossiles, et dont la détermination ne laisse aucun doute, existent deux assises dont on ne connaît pas encore l'âge exact. Ce sont en allant de bas en haut : 1° Les sables supérieurs ou sables à silex ; 2° Les marnes bigarrées ou sables bigarrés

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 905.

et rubanés. Ces noms font connaître suffisamment la composition des deux assises.

Escher (1) rapproche les sables à silex, à cause de leur aspect et de leur couleur, des sables blancs du Salève, et se demande si les uns et les autres ne seraient pas les représentants des grès à Nummulites des Hautes-Alpes? Itier (2) considère les sables à silex comme appartenant au gault. Favre (3), faisant le même rapprochement que Escher, range les sables à silex de la Perte du Rhône, ainsi que les sables blancs du Salève, dans le sidérolitique, sans préciser leur âge. Alexandre Rochat, dans un Mémoire sur la Perte du Rhône (4) couronné par l'Académie de Genève en 1846, réunit au gault les sables à silex, et rapporte à la mollasse les marnes bigarrées. Renevier (5) voit dans les sables à silex et les marnes bigarrées des étages crétacés supérieurs au gault, puis, les comparant aux diverses formations crétacées du département de l'Isère décrites par Lory, il les rapproche de celles de ces formations qui supérieures au gault sont inférieures à la craie blanche. Benoît (6) classe les sables à silex dans la craie, et les marnes bigarrées dans le terrain nummulitique des Alpes.

Dans ma *Géologie et minéralogie de la Savoie* (7), je range les sables à silex dans le sidérolitique, et je les fais rentrer, ainsi que les marnes bigarrées, dans la mollasse d'eau douce. La nature sidérolitique des sables à silex ne saurait être mise en doute. Ces sables, d'un très beau blanc, d'une silice très pure, en grains non roulés, sont, comme l'ont très bien reconnu Escher et Favre, en tout semblables à ceux du Salève, admis maintenant pour sidérolitiques par tous les géologues. Ils sont parfaitement semblables aussi aux sables de Plainpalais et d'Arith, en Bauges (Savoie), également sidérolitiques.

Mais à la Perte du Rhône, on a un élément de conviction de plus qu'au Salève et en Bauges : ce sont les silex. Ces silex ne forment point des nodules, des géodes, des rognons, comme les silex intercalés dans les couches des divers terrains, surtout des

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 1re sér., vol. XII, p. 275 et 276, 1841.
(2) *Form. néoc. du dép. de l'Ain*, 1842.
(3) *Consid. géol. sur le Salève*, p. 55, 1843.
(4) Ce mémoire n'a pas été publié.
(5) *Mém. géol. sur la Perte du Rhône*, p. 53 et 54, 1854.
(6) *Note sur la mollasse du dép. de l'Ain*, dans le *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XVI, p. 378, 1859.
(7) P. 266 et 280, 1858.

terrains crétacés ; ce sont des fragments de silex anguleux, à surface rugueuse, hérissée de parties saillantes, garnis extérieurement de cavités plus ou moins profondes, à épaisseur à peu près régulière sur les diverses portions du même fragment. Ces silex ont tout l'aspect d'une croûte formée par de la silice gélatineuse, croûte qui se serait ensuite toute fracturée par action de retrait, et dont les fragments auraient été dispersés sans ordre au milieu du sable sans être roulés, car les angles et les arêtes sont à peine émoussés. C'est bien un véritable produit de geyser! Ce qui vient encore confirmer ce mode de formation, c'est que les silex de la Perte du Rhône sont généralement blancs et opaques par suite de la perte de leur eau de composition. Ils étaient donc primitivement très hydratés comme le sont les produits des geysers.

L'indépendance des sables à silex d'avec le gault est très facile à constater; on n'a qu'à suivre le Rhône en descendant sur la côte de Savoie. On retrouve constamment les sables blancs, avec tous leurs caractères, moins les silex qui sont un accident tout à fait local; mais bientôt ils reposent directement sur le calcaire urgonien. Ils ont donc été déposés là après la complète dénudation du gault.

Sur les communes de Franclens et de Chalonges on a longtemps exploité les sables blancs pour les verreries de Lyon et des environs, comme on a exploité ceux des Bauges pour la verrerie d'Alex et comme on exploite encore ceux du Salève, à Cruseilles, pour la verrerie de Thorens. Cet emploi dans les verreries prouve l'identité de nature de la silice des divers gisements et sa grande pureté.

En descendant le Rhône, comme je viens de le dire, on trouve le sable blanc en contact avec l'urgonien, et ce contact devient si immédiat qu'à la mine d'asphalte, exploitée à Chalonges, par Gabriel Lasalle, en face de Pyrimont, les parties qui reposent sur le calcaire asphaltique sont elles-mêmes abondamment imprégnées de bitume.

Reste à fixer l'âge des sables sidérolitiques? Les Bauges en fournissent le moyen. Au Désert, aussi bien qu'à Arith, les sables blancs sont intercalés dans le nummulitique comme l'a constaté Chamousset (1) et comme je l'ai reconnu moi-même. Ils n'existaient pas avant l'époque nummulitique, car on n'en trouve pas dans le conglomérat qui forme la base du terrain en cet endroit. Au pour-

---

(1) *Réunion à Chambéry Soc. géol. France*, 1844, p. 25.

tour de la montagne de Veirier, sur la commune d'Annecy-le-Vieux, on voit aussi le sable sidérolitique intercalé dans le nummulitique et contenant lui-même de petites Nummulites (1). Les sables sidérolitiques de Savoie ont donc été produits pendant l'époque nummulitique, époque durant laquelle a vécu, dans le pays, une faune malacologique étudiée par Hébert et Renevier (2) et qu'ils ont reconnue analogue à celle de Ronca, dans le Véronnais, caractéristique du nummulitique supérieur. Les sables à silex de la Perte du Rhône sont donc de l'époque nummulitique supérieure. Mais à cette époque la mer ne recouvrait pas l'emplacement où ils se trouvent. La mer nummulitique en Savoie avait son rivage à une assez grande distance du lit actuel du Rhône, comme le prouvent les affleurements des roches de cette époque et la ligne de côte dessinée par les poudingues et les couches à fossiles. Les sables à silex sont donc un dépôt qui s'est opéré dans un bassin d'eau douce.

En outre, la position des silex dans le sable, en fragments disséminés sans ordre, prouve que, bien qu'ils n'aient pas été roulés au loin, ils ont été remaniés. D'autre part, la grande régularité des couches montre que le bassin était important, ce qui peut faire présumer que ces sables à silex, dans la position qu'ils ont actuellement, font partie de la mollasse d'eau douce.

Quant aux marnes bigarrées, leur classement dans la mollasse d'eau douce ne saurait souffrir de doutes. Elles sont d'abord, par leur position, postérieures au nummulitique, puisqu'elles reposent sur le sable blanc sidérolitique, et inférieures à la mollasse marine qu'elles supportent. En outre, en suivant les affleurements sur la côte de Savoie, le long du Rhône, on voit ces marnes se relier à la mollasse d'eau douce parfaitement caractérisée de la vallée des Usses et du bassin de Crempigny et de Saint-André, mollasse contenant des *Unio*, des *Planorbis*, des *Limnæa*, etc. A Saint-André la Société géologique, pendant sa réunion extraordinaire en Savoie, 1844 (3), a pu reconnaître que la mollasse d'eau douce reposait immédiatement sur des grès blancs sidérolitiques, l'équivalent des sables à silex. Mais avant que les marnes bigarrées ayent perdu les caractères qui les distinguent à la Perte du Rhône, j'ai vu, dans un ravin, sous le village de Franclens, un petit affleurement

(1) *Géol. et min. de la Savoie*, p. 257 et 258.

(2) *Descr. foss. du nummulitique supérieur de Gap, des Diablerets et de la Savoie*, 1854.

(3) P. 202.

de lignite en tout semblable à ceux qui se montrent sur un si grand nombre de points dans les mollasses d'eau douce de Savoie. Ce lignite était accompagné non-seulement d'*Helix*, mais encore de *Planorbis* assez abondants. Je crois donc qu'il ne peut plus y avoir de doute sur l'âge des marnes bigarrées de la Perte du Rhône. Elles appartiennent à la mollasse d'eau douce.

Quant aux sables à silex, leurs éléments, qui sont de la période nummulitique, ont une origine sidérolitique. Leur dépôt régulier s'est effectué dans un bassin d'eau douce, et l'époque pourrait bien être le commencement de la période de la mollasse d'eau douce.

Le Secrétaire donne lecture des deux notes suivantes de M. Ébray :

Sur les silex en forme de haches ; par M. Ébray.

Dans une note lue à la Société géologique, le 18 juin 1855, je disais : « *Si l'on compare actuellement le terrain de transport qui comble les vallées de tout le pays et qui contient des restes de Mastodontes et peut-être des restes de l'industrie humaine* (1) *à la position des roches auxquelles ces terrains ont été enlevés par l'action des eaux, on arrive aux résultats suivants, etc.*

Or, M. Gaudry vient de présenter à l'Académie des sciences (1859) une note dans laquelle il annonce une découverte analogue; seulement sa conclusion est plus absolue que celle que j'ai donnée.

La conservation remarquable de certaines haches en silex rencontrées au milieu d'un diluvium à cailloux arrondis me semble constituer un fait important qu'il n'est pas possible de négliger. Comme la note présentée à l'Académie des sciences ne mentionne aucun fait destiné à éclairer cette anomalie, que, de plus, l'observation précitée se retrouve dans le travail de M. Gaudry (page 7 : *les haches n'ont pu être transportées de loin, car leurs*

(1) M. de la Nassardière, maire de Châtellerault, et M. Serph, inspecteur de la voie au chemin de fer d'Orléans, m'ont remis des objets qui proviennent certainement de l'industrie humaine. J'ai l'honneur de communiquer à la Société une hache en silex trouvée dans les propriétés de M. Serph, à 5 mètres au-dessous du niveau du sol, et à 20 mètres au-dessus du niveau de la rivière; cette hache, dont je ne veux pas discuter l'âge ici, est tellement bien conservée, qu'elle me paraît faire contraste avec les silex roulés de ces dépôts.

tranchants sont à peine émoussés), je pense que la question de la contemporanéité de l'espèce humaine et de diverses espèces animales aujourd'hui éteintes est loin d'être arrivée à une solution positive et qu'elle nécessite de nouvelles recherches.

Je présenterai à ce sujet quelques observations. M. de la Nassardière a remis à Alcide d'Orbigny deux boulets taillés dans le granite, trouvés dans une ballastière du chemin de fer d'Orléans et dans le même diluvium que celui qui contient les haches. Ces boulets étant probablement d'une origine relativement récente, n'y aurait-il pas lieu de rechercher l'explication de ces faits en se reportant au remaniement constant des dépôts plus ou moins meubles de la surface du sol, qui, par l'action incessante des rivières, des pluies et du travail de l'homme, cheminent vers les thalwegs et finissent par envelopper les instruments ou objets que les hommes abandonnent. Il faudrait alors se rendre compte des lois suivant lesquelles se comblent les vallées et auxquelles est assujetti le changement de lit des rivières, qui elles-mêmes, dans certains cas, charrient plus de matériaux que les éboulements n'en amènent, et qui, par conséquent, creusent les vallées au lieu de les combler (1).

Sur la coïncidence des sources minérales de la Nièvre avec les failles ; par M. Ébray.

Les relations qui existent entre les failles et les sources minérales ont déjà été observées par quelques géologues ; cette notice a pour but de montrer que, dans la Nièvre, les sources minérales coïncident exactement avec la position de certaines failles.

L'étude de cette question ne présente pas seulement un intérêt théorique, mais encore elle pourrait conduire, plus tard, à la méthode à suivre pour la recherche des eaux minérales dans les pays où la disposition particulière des couches ne permet pas à ces eaux de se montrer à la surface du sol.

Le département de la Nièvre possède deux sources minérales importantes : les sources de Pougues et les sources de Saint-Honoré.

---

(1) J'ai vu, aux environs d'Amboise, un ancien camp romain sur le flanc d'un coteau à la surface duquel existait déjà une couche détritique de 1,60 d'épaisseur, contenant beaucoup de cailloux roulés, ce qui donnerait, dans ces circonstances, un comblement de 0,10 par siècle.

Sources de Pougues.

La succession des couches qui affleurent aux environs de Pougues est donnée par le tableau suivant :

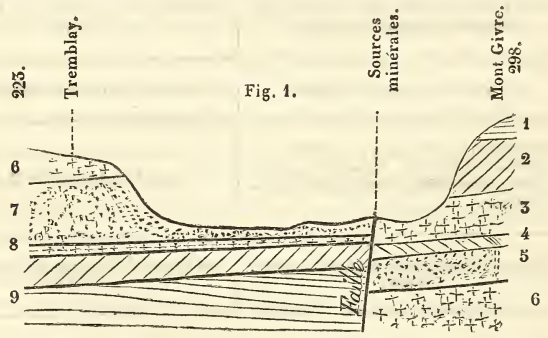
1	Calcaire sableux avec silex et *Collyrites*.	Sommet de la montagne de Mimon et de Givre.
2	Calcaire blanc jaunâtre, avec silex et *Ammonites coronatus*.	Carrières de Pougues et de Tronsanges.
3	Argiles ferrugineuses, avec bancs calcaires sublamellaires. *Ammonites macrocephalus*.	Carrières des Coques.
4	Calcaires gris, sub-oolithiques, sublamellaires, avec peu de fossiles.	Carrières des Coques et de Mimon.
5	Marnes blanches, avec Pholadomyes.	Coteau des Coques et de Mimon.
6	Calcaires marneux jaunâtres, avec veines bleues. *Pygurus depressus*, *Nucleolites clunicularis*, *Ammonites discus*, *arbustigerus*.	Carrières du Tremblay à côté du château de la Malle.
7	Argiles et marnes bleues, avec *Ammonites Parkinsoni*.	Tranchée de Pougues (chemin de fer).
8	Oolithe ferrugineuse, avec *Ammonites Blagdeni*, *Humphriesanus*.	Carrières des environs de Fourchambault.
9	Calcaire dur, avec Entroques.	Carrières de Fourchambault et de Marzy.
10	Argile bleue, avec traces de fer à la partie supérieure. *Ammonites insignis*, *variabilis*, *Belemnites irregularis*.	Pied de la côte de Marzy.
11	Bancs calcaires, avec *Gryphæa cymbium*.	Les bancs n'affleurent pas aux environs de Pougues.

En suivant la route impériale à partir du Tremblay on observe d'abord, vers les parties supérieures de la tranchée de la route impériale, les assises n° 6, des bancs calcaires jaunâtres avec nombreux fossiles ; le *Collyrites analis* et le *Nucleolites clunicularis* y sont surtout fort abondants. Au-dessous affleurent des assises marneuses bleues très peu fossilifères. Le système de couches se

redresse légèrement vers Nevers et indique qu'en cheminant vers Pougues le géologue doit rencontrer des bancs de plus en plus anciens ; en effet la tranchée du chemin de fer laisse affleurer les marnes et calcaires argileux à *Ammonites Parkinsoni* qui précèdent l'oolithe ferrugineuse. Les environs des sources doivent donc être situés sur ces dernières couches argileuses, et, si le redressement se continuait régulièrement vers le sud, la montagne de Givre serait occupée par les argiles bleues qui, d'après les sondages faits au château du Tremblay, n'ont pas moins de cent mètres d'épaisseur. Il n'en est rien cependant, car les carrières de Pougues indiquent que le mont Givre se compose, à la partie supérieure, de calcaire sableux avec *Collyrites elliptica* (assises n° 1), à la partie moyenne de bancs épais avec *Ammonites coronatus* (assises n° 2), à la partie inférieure, de marnes jaunes avec *Ammonites macrocephalus* (assises n° 3).

La transition brusque des parties inférieures des marnes à *Ammonites Parkinsoni* aux argiles à *Ammonites macrocephalus* ne peut s'expliquer que par une faille qui deviendra d'autant plus évidente que nous la suivrons vers le nord-est et vers le sud-ouest. C'est aux environs de ce point de faille, et un peu à l'est de la route impériale, que les eaux minérales deviennent apparentes à la surface du sol.

Le croquis suivant donne une idée de la disposition des couches et de la situation des sources minérales.



Les numéros des couches correspondent à ceux de la coupe théorique.

Si maintenant, pour nous assurer de la réalité de la faille, nous étudions les assises dans une autre direction, suivant le chemin oriental de la Charité à Guérigny par exemple, nous obtiendrons

les résultats suivants par suite du redressement des couches vers le sud-est : les assises n° 4, qui représentent la carrière des Coques, affleurent au nord de Chaulgnes dans les carrières de Langle ; les assises n° 5 sortent de dessous ces carrières et peuvent se suivre le long des déblais du chemin vicinal. Si ce redressement normal continuait à se manifester, on ne tarderait pas à rencontrer vers Eugne les assises n° 6 ; mais les environs de ce village qui bordent le chemin laissent apparaître brusquement les assises n° 1 avec quelques affleurements des assises n° 2 (1). La faille se remarque même assez nettement dans les déblais du chemin, car on voit les marnes blanches à Pholadomyes buter contre les sables à silex.

La disposition des couches est représentée par la figure 2.

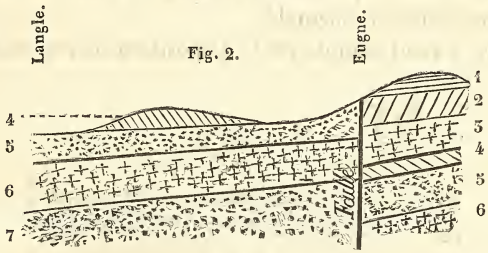


Fig. 2.

Comme les failles suivent, en général, des directions rectilignes lorsque l'on considère seulement des longueurs partielles, il suffit de connaître deux points pour déterminer approximativement, et dans une certaine limite, la direction de la rupture. En joignant le point de faille que nous venons de déterminer vers Eugne au point de faille des eaux minérales, nous voyons que cette ligne droite, prolongée vers le sud-ouest, passe un peu au sud de l'escarpement des carrières de Marzy ; nous devons donc rencontrer en ce point la continuation de la faille que nous venons de spécifier.

En effet, si nous partons de Fourchambault, en remontant le cours de la Loire, nous remarquons que les couches qui constituent les carrières de moellons durs de cette localité se redressent vers le sud ; bientôt on voit affleurer le long de la rivière les

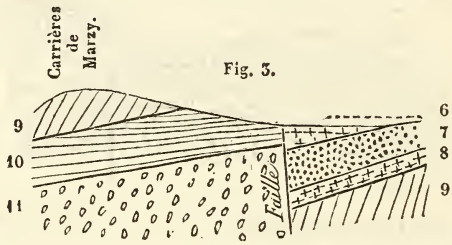
(1) On peut recueillir autour de cette localité de très beaux fossiles dans les couches n° 1 ; les *Collirites ellyptica* y atteignent une très grande taille et conservent le test, ce qui permet d'en étudier tous les détails.

marnes brunes sur lesquelles les calcaires durs reposent, et l'on arrive à la butte des carrières de Marzy dans laquelle sont taillées d'importantes exploitations ; le point culminant de la butte est occupé par les calcaires durs (calcaires à Entroques), la partie moyenne est argileuse (marnes supra-liasiques, étage toarcien), de même que la partie basse.

Cette succession se trouve bientôt interrompue par l'action de la faille que nous étudions, car on rencontre vers le Vernay, dans le lit de la Loire, des petits bancs qui représentent les assises n° 6 et qui permettent de recueillir des fossiles caractéristiques, tels que *Collyrites analis*, *Ammonites arbustigerus*, etc.

Les assises n° 6 sont donc, comme altitude, inférieures aux assises n° 9 (calcaire dur avec Entroques), et cependant elles devraient être bien supérieures à celles-ci, si les couches se succédaient d'une manière normale.

La figure 3 rend compte de la disposition de ces assises.



La faille est donc parfaitement établie et consacre le principe de la coïncidence de ces sortes d'accidents avec les sources minérales (1).

Il est facile de former des conjectures sur la manière dont les eaux de sources qui sans doute suivent un assez long trajet dans le joint de la faille se chargent de principes minéraux.

En supposant à 7° la température de l'eau à la sortie, il est à croire que ces sources prennent naissance à 200 mètres de profondeur, car nous savons que la température du globe augmente de 1° par 30 mètres de profondeur. Mais ce chiffre est évidemment trop faible, puisqu'il faut tenir compte du refroidissement de l'eau pendant son parcours dans la fissure de la faille ; si nous admettons le chiffre de 300 mètres nous arrivons à la conséquence que ces sources doivent provenir de la nappe d'eau des marnes

(1) On peut donc assimiler les eaux minérales aux eaux artésiennes, car le joint de la faille fait l'office du trou de sonde.

irisées ; elles se chargeraient de magnésie dans les calcaires caverneux de l'infra-lias, de sels calcaires dans les nombreuses couches calcaires que ces eaux sont forcées de traverser, et d'acide carbonique dans le lias supérieur.

La présence de l'acide carbonique dans ce dernier terrain est un fait qui m'a souvent frappé (1) ; tout dernièrement j'ai eu l'occasion de constater le dégagement de ce gaz délétère au fond d'un puits dans les marnes du lias supérieur à Arbrousse, où deux puisatiers ont été asphyxiés par l'accumulation de cet acide, qui, comme on le sait, est beaucoup plus lourd que l'air.

Sources de Saint-Honoré.

Les sources de Saint-Honoré sont situées dans une position très pittoresque au pied de la montagne de Genièvre, un des points les plus élevés du Morvan ; cette montagne se compose de roches porphyriques et euritiques flanquées de schistes métamorphiques qui correspondent probablement au terrain houiller.

A la suite de cette arête saillante qui se dirige environ du nord au sud, et qui est sensiblement parallèle à la partie du cours de la Loire qui traverse le département de la Nièvre, se développe une plaine découpée par des collines peu élevées ; cette plaine (pays bas) est aussi fertile que la partie montagneuse est aride ; la pauvreté devenue voisine de la richesse semble attendre les bienfaits de cette dernière, et en effet les terrains jurassiques qui contiennent de la pierre à chaux en abondance seront appelés, dans un avenir prochain, à transformer le Morvan par l'effet du chaulage.

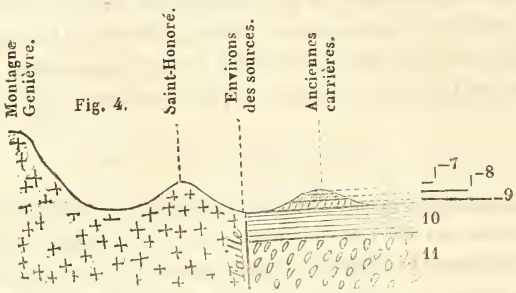
La séparation brusque et rectiligne du Morvan et du pays bas est le résultat d'une grande rupture dont je me suis occupé dans un autre travail (2) ; je ne reviendrai donc pas sur cette question, et je me bornerai à représenter ici le point de faille qui correspond aux sources de Saint-Honoré.

Au pied de la montagne de Genièvre et de la petite butte sur laquelle est bâtie le village de Saint-Honoré se remarquent d'anciennes carrières aujourd'hui à tort abandonnées, et qui laissent apercevoir le calcaire à Entroques, l'oolithe ferrugineuse

(1) J'ai cependant été témoin d'un accident dû au dégagement du gaz acide carbonique dans les marnes de la craie tuffeau de Saint-Maur.

(2) *Études géologiques sur le département de la Nièvre.*

avec ses nombreux fossiles et le calcaire blanc jaunâtre de M. de Bonnard qui correspond, d'après M. Élie de Beaumont, à la terre à foulon et qui peut être assimilé au n° 7 de notre coupe théorique. La juxta-position du calcaire à Entroques aux roches cristallisées résulte de la faille du Morvan et peut s'exprimer par le diagramme suivant :



C'est aux environs de la faille que les eaux minérales et thermales arrivent à la surface du sol à une température de 30 degrés environ.

Séance du 19 *décembre* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont l'adoption est renvoyée à la prochaine séance.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

De Mercey (Albert), avenue d'Antin, 35, à Paris, présenté par MM. Hébert et Pellat ;

De Mercey (Napoléon), avenue d'Antin, 35, à Paris, présenté par MM. Hébert et Pellat ;

Milsom, négociant, place Tholozan, 19, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Michelin et Grüner.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, novembre 1859.

De la part de M. Ed. Hébert, *Réponse à une note de M. Charles d'Orbigny, intitulée : Sur l'âge véritable des poudingues de Nemours et des sables coquilliers d'Ormoy* (extr. des *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. XLIX, p. 888), in-4, 3 p.

De la part de M. Friedrich Rolle, *Ueber die geologische Stellung der horner Schichten in Nieder-Osterreich*, in-8, 50 p., 3 pl. Vienne, 1859 ; chez Karl Gerold's sohn.

De la part de M. Édouard Suess, *Ueber die Brachiopoden der Kössener Schichten*, in-8, 37 p., 4 pl. Vienne, 1854.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1859, 2e semestre, t. XLIX, nos 23 et 24.

Table des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre de 1859, t. XLVIII.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XVIII, n° 106, octobre 1859.

L'Institut, nos 1353 et 1354, 1859.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 131, 12e année, novembre 1859.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'agriculture et l'industrie dans l'arrondissement de Bagnères-de-Bigorre, 1re année, n° 3, octobre 1859.

The Athenæum, nos 1676 et 1677, 1859.

Neues Jahrbuch, de Leonhard et Bronn, 1859, 5e cahier.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. IX, n° 8, novembre 1859.

M. Bayle fait au nom de M. Charles Martins la communication suivante :

Sur quelques lois géométriques de l'ostéologie des membres, applicables à la paléontologie des mammifères, des oiseaux et des reptiles; par M. Ch. Martins.

Mon cher confrère,

Vous avez bien voulu assister avec M. le docteur Lartet à une petite conférence où je vous soumettais une nouvelle comparaison des membres déduite de la torsion de l'humérus (1). J'ose vous prier d'exposer à la Société géologique les conséquences qui en découlent pour la paléontologie des Mammifères, des Oiseaux et des Reptiles : elles prouveront que des considérations géométriques indépendantes de la forme peuvent souvent éclairer le géologue sur la nature d'un animal dont les membres seuls seraient sous ses yeux. Renvoyant pour les preuves et les détails au mémoire original, je me contenterai de formuler ces lois d'une manière aphoristique.

1° L'humérus est un os tordu sur son axe : c'est le seul os du squelette qui présente cette particularité ; tous ont leurs arêtes parallèles à l'axe ; lui seul offre des arêtes qui se contournent en hélice autour de cet axe.

2° Dans tous les Mammifères terrestres ou amphibies cet os est tordu de 180 degrés ou d'une demi-circonférence.

3° Dans le groupe anthropomorphe le *col* de l'humérus ne participe pas à la torsion; il est dirigé de dehors en dedans comme le col du fémur; il en résulte que l'axe du col de l'humérus, figure 1 *ax*, celui du corps de l'os et celui de la trochlée *by*, sont sensiblement dans le *même plan*. Ainsi un humérus fossile qui satisferait à ces conditions appartiendrait nécessairement au groupe de Mammifères supérieurs formé par la réunion des genres homme, Orang, Chimpansé, Gorille et Gibbon. Ce sont les seuls Mammifères qui puissent exécuter avec les bras des mouvements de circumduction, c'est-à-dire décrire un cône autour de l'axe idéal, *ax*, du col de l'humérus.

4° Dans les autres Mammifères terrestres ou amphibies l'axe du col de l'humérus est dirigé d'avant en arrière, figure 2 *ax*, et se trouve compris avec l'axe du corps de l'os dans un plan *perpen-*

---

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Montpellier*, t. III, p. 471, 1857 ; et *Annales des sciences naturelles*, 4e sér., t. VIII, p. 45, 1858.

diculaire à l'axe de la trochlée inséré au point *b*, et normal au plan du papier.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

5° Dans les Chéiroptères, les Oiseaux et les Reptiles, l'humérus n'est tordu que de 90 degrés ou d'un angle droit. L'axe du col *ax*, figure 3, est dirigé de dehors en dedans et se trouve compris avec l'axe du corps de l'os dans un plan *perpendiculaire* à l'axe de la trochlée *by*. Un humérus tordu de 90 degrés ne peut donc appartenir qu'à un animal qui vole ou qui rampe.

6° Dans le doute si un humérus appartient à un quadrupède ou à un animal qui vole ou rampe, il suffit de voir si l'axe de la trochlée est sensiblement *perpendiculaire* au plan de l'épaule : dans ce cas, c'est un quadrupède ; si cet axe est *parallèle* au plan de l'épaule, c'est un Oiseau ou un Reptile.

7° La comparaison de la direction de l'axe de la trochlée humérale avec celle de l'axe qui traverserait les deux condyles du fémur nous servira à distinguer un Oiseau d'un Reptile.

8° Si c'est un Oiseau, l'axe de la trochlée humérale et celui des condyles du fémur sont *perpendiculaires* entre eux ; car l'oiseau déploie son aile en dehors, mais fléchit le genou en avant.

9° Si c'est un Reptile, ces deux axes seront *parallèles*, car un Reptile fléchit également son bras et sa jambe en dehors, une Chauve-souris fait de même, et le paléontologiste devra recourir à d'autres caractères pour distinguer les membres d'un Reptile de ceux d'un Chéiroptère.

En résumé, à la vue seule d'un humérus, sans avoir égard à sa forme, le zoologiste peut dire s'il appartient au groupe anthropomorphe, à un Mammifère terrestre ou amphibie, ou bien s'il provient d'un Chéiroptère, d'un Oiseau ou d'un Reptile. Si outre l'humérus il possède un membre supérieur, il en déduira si l'animal est un oiseau ou bien s'il appartient soit aux Reptiles, soit aux Chéiroptères.

M. Grandeau lit la note suivante :

Note sur l'analyse d'une roche métamorphique du grand Saint-Bernard; par M. L. Grandeau.

Dans un séjour de quelques semaines que nous avons fait, M. Ch. S.-C. Deville et moi, au Grand-Saint-Bernard, dans le mois de juillet dernier, nous avons eu l'occasion d'examiner avec quelque soin les roches métamorphiques qui constituent les montagnes avoisinant le lac et l'hospice. Les couches plongent de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O. ; les roches métamorphiques paraissent reposer sur les couches qu'on distingue très nettement au col de la Fenêtre, au pied du pic de Dronaz, et qui renferment les calcaires cristallins et les anthracites que l'on considère généralement avec M. Élie de Beaumont et M. Sismonda comme appartenant aux terrains du lias.

Ces roches renferment des noyaux globulaires, enclavés dans des schistes micacés ; ces noyaux sont tantôt quartzeux, comme ceux que l'on voit près de l'hospice, au pied du mont Mort, tantôt constitués par une matière feldspathique présentant des clivages imparfaits. Ces derniers se rencontrent surtout le long du bord du lac opposé au mont Mort et adossé à la Chenalette et

au pic de Dronaz, sur le chemin qui conduit à la principale source qui alimente les fontaines de l'hospice.

Il nous a paru intéressant d'examiner au point de vue chimique la constitution de ces noyaux ; et c'est le résultat de l'analyse quantitative que j'ai faite de l'un d'eux que j'ai l'honneur de mettre aujourd'hui sous les yeux de la Société géologique.

Cette analyse, faite d'après la méthode de M. H. S.-C. Deville (1), a donné les résultats suivants.

Silice.	73,58
Alumine.	14,74
Magnésie.	6,45
Soude.	4,52
Chaux.	0,00
Potasse.	0,00
Acide titanique. . .	traces
	99,29

Cette analyse me semble venir à l'appui des idées généralement admises sur les modifications apportées par le métamorphisme dans la composition chimique des minéraux.

M. Sæmann demande à M. Grandeau s'il considère la substance qu'il vient de présenter comme un feldspath.

M. Grandeau répond qu'il suffit de jeter un coup d'œil sur les nombres qu'il a écrits sur le tableau, pour se convaincre qu'il n'a pas prétendu que ces nombres pussent représenter un feldspath; il s'agit de transformations graduelles que l'on peut saisir à diverses périodes.

M. Delesse dit qu'il est heureux de voir partager ses idées sur la feldspathisation par MM. Grandeau et Deville; car dernièrement encore M. Kœchlin a contesté les opinions qu'il avait émises sur la feldspathisation des roches de Thann.

M. Delanoüe, tout en admettant le métamorphisme, ne voudrait pas qu'on en invoquât l'intervention, lorsqu'on ne possède pas de preuve certaine qu'il se soit manifesté; il croit inutile d'imaginer des changements dans une roche sédimentaire, parce que sa composition est analogue à celle des roches feldspathiques. Rien n'empêche de croire que la formation du sili-

(1) *Ann. de chim. et de phys.*, t. XXXVIII, 3e sér., p. 1.

cate alumino-alcalin signalé par M. Grandeau ne soit contemporaine de celle de la roche neptunienne au milieu de laquelle on la trouve.

M. Grüner pense, comme M. Delanoüe, qu'il faut se garder d'exagérer le rôle du métamorphisme. Selon lui, la présence seule d'un minéral cristallisé tel que le feldspath ne peut suffire pour établir que la roche au sein de laquelle se trouve ce minéral a été modifiée après coup. Dans le terrain anthracifère (*millstone grit*) de la Loire, les grès sont tous très feldspathiques et parfois d'apparence porphyrique. Cependant le feldspath s'y trouve très certainement en majeure partie sous forme de débris d'une roche préexistante (le porphyre granitoïde), et il n'y a pas été développé par une réaction postérieure. Quant à la superposition du terrain à noyaux cristallins (dont il vient d'être parlé) sur les calcaires, les quartzites et les grès à anthracites des Alpes, on n'en saurait conclure qu'il est réellement plus moderne que ces derniers, puisque dans les Alpes les renversements sont très fréquents, et qu'en particulier, dans une localité voisine, la vallée de Chamouny, la protogine et les schistes cristallins du Mont-Blanc sont renversés sur les schistes à Bélemnites.

M. Ch. Sainte-Claire Deville pense que le métamorphisme des roches ne peut être mis en doute dans certains cas. Tels sont les schistes gneissiques des Vosges avec débris discernables de végétaux, les schistes macliféres à Trilobites de la Bretagne, décrits depuis longtemps par MM. Boblaye et Dufrénoy, les roches *feldspathisées* des Vosges, si bien étudiées par M. Delesse, etc. Indépendamment de ces cas, nécessairement très rares, où des restes organiques exceptionnellement conservés apportent des preuves irrécusables de la transformation, on est amené à la reconnaître, en comparant la composition chimique et minéralogique des roches aux circonstances de leur gisement. Ce sont des considérations de ce genre qui ont amené M. Ch. S.-C. Deville, ainsi que M. Grandeau, à considérer comme métamorphiques les schistes micacés ou chloritiques, à noyaux quartzeux et feldspathiques, qui composent en grande partie le massif du Saint-Bernard. M. Ch. S.-C. Deville ajoute qu'il a eu, l'été dernier, la bonne fortune de rencontrer sur cette montagne l'un

des géologues qui connaissent le mieux cette partie des Alpes, le professeur A. Sismonda; et ils ont pu constater ensemble la superposition régulière et concordante des formations schisteuses dont il vient de parler sur le système des quartzites, des schistes à anthracites et des calcaires que ce savant s'accorde à considérer avec M. Élie de Beaumont comme représentant le terrain jurassique inférieur. Il n'a découvert là aucunes traces de faille ni de renversement; mais il ne se refusera point à les reconnaître lorsqu'on les lui aura montrées. Il ne peut d'ailleurs admettre que les roches singulières, appelées par la plupart des géologues, après M. Lyell, *roches métamorphiques*, se sont déposées comme les autres roches et avec les caractères qu'elles présentent aujourd'hui. Les géologues qui ont réfléchi aux conditions physiques et chimiques qui ont présidé au dépôt des roches, même les plus simples et les plus répandues, penseront comme lui que ce n'est là qu'un moyen de déplacer la question sans la résoudre.

M. Émile Goubert lit la note suivante :

Quelques mots sur l'étage éocène moyen dans le bassin de Paris; par M. E. Goubert (Pl. II).

Pour un ouvrage que je compte publier sous peu, avec le titre : *Excursions dans les dépôts jurassiques, crétacés, tertiaires et modernes du bassin de Paris*, j'ai dû, depuis un an surtout, explorer presque journellement nos dépôts tertiaires parisiens, et je dirai aujourd'hui quelques mots sur l'étage éocène moyen en particulier.

D'après la classification enseignée par M. Hébert, cet étage comprend, de haut en bas, le travertin de Saint-Ouen, les sables parisiens moyens ou sables de Beauchamp, le calcaire grossier et ses marnes.

Le sous-étage inférieur ou du calcaire grossier (1) me semble pouvoir se répartir, à son tour, en trois séries de couches très régulières et d'une constance remarquable. Chaque couche est caractérisée par un ensemble particulier de fossiles.

(1) Étage calcaire du terrain tritonien inférieur (Graves).

Si je prends spécialement la série inférieure du calcaire grossier que, dans une note insérée au Bulletin de la Société, en 1855 (1), notre confrère M. l'ingénieur Michelot divisait déjà en trois parties, je trouve en haut, au-dessous des derniers sédiments (*vergelé de fond*, ou lambourde inférieure) du calcaire grossier moyen, les bancs à *Cerithium giganteum*, Lamarck, et leurs accessoires plus ou moins développés, selon les gisements, savoir, le banc à *Ditrupa strangulata*, Deshayes, recouvrant le banc à *Fabularia discolithes*, Defrance, dit à *œils de perdrix*. En bas, sont les bancs sableux ou calcaires à *Nummulites lævigata*, Lk, et leurs accessoires, dont l'épaisseur est très variable, savoir, les bancs sableux sans fossiles à rognons dits *têtes de chat* et, tout à fait à la base, le lit de sables verts à dents de *Lamna* et à cailloux roulés (2).

Entre ces deux groupes de bancs se place la pierre que l'on exploite à l'Ile-Adam (Seine-et-Oise) sous le nom de *roche des Forgets*, et, à Saint-Leu-Desserant (Oise), sous le nom de *pierre grasse*. Avec M. Michelot, nous nommons ces bancs moyens *pierre de Saint-Leu*.

Or, à sa réunion extraordinaire de 1855, la Société a vu à Pont-Sainte-Maxence un sable dolomitique intercalé dans le calcaire grossier inférieur et tenant précisément la place qu'occupe, de Conflans-Sainte-Honorine à Creil, la pierre de Saint-Leu, entre les bancs à *verrains* (ou à *Cerithium giganteum*, Lk) et les bancs à *liards* (ou à *Nummulites lævigata*, Lk).

J'ai, depuis, retrouvé ce sable dolomitique en plusieurs localités, mais toujours dans la même position stratigraphique. Je citerai seulement les gisements qui me paraissent dignes d'examen. Dans l'Oise, le point le plus méridional, le plus proche de Paris, où je l'aie constaté, dépend de la commune de Saint-Maximin, si intéressante pour l'étude du calcaire grossier, soit moyen, soit inférieur. A l'endroit où les belles et massives tranchées du chemin de fer de Creil par Chantilly s'interrompent parce qu'on arrive à la rivière d'Oise, on trouve, au-dessous des

---

(1) *Comptes rendus de la Réunion extraordinaire de Paris.*

(2) Les sables verts (glauconie grossière de Brongniart), et les bancs à rognons surtout, sont rapportés par plusieurs géologues au sous-étage supérieur de l'éocène inférieur, c'est-à-dire aux sables supérieurs du Soissonnais ou sables de Cuise. M. Graves, dans sa *Topographie géognostique de l'Oise*, les classe aussi à la partie supérieure de son étage glauconieux, au-dessous de son étage calcaire. Les nodules, dits *têtes de chat*, existent au reste également dans les sables de Cuise, mais ils y sont disséminés sans régularité.

bancs *grignards* (coquilliers) à *Turritella carinifera*, Desh., *T. imbricataria*, Lk, *Corbis lamellosa*, Lk, etc., qui appartiennent à l'assise du *Cerithium giganteum*, Lk, des amandes ou renflements lenticulaires, se terminant en biseau, d'un sable dolomitique, ocreux, avec rognons gréseux, poreux et caverneux de calcaire dolomitique. Ces amas irréguliers, non suivis, sont intercalés dans la pierre de Saint-Leu même.

Ces sables dolomitiques sont également bien développés à Verberie (Oise), au nord de Pont-Sainte-Maxence.

Je citerai enfin une localité, plus à l'ouest, où j'ai, dans une excursion faite avec M. Michelot, découvert des sables beaucoup plus magnésiens encore. Quand on sort de Clermont-en-Beauvoisis, par la route de Mouy, on trouve, à sa gauche, au-dessus de Béthencourtel, à l'embranchement de la route de Mouy avec le chemin de Saint-Waast et Cambronne, un bois planté de mélèzes, dans lequel se voit une petite carrière en exploitation. A la partie supérieure, on a 3 mètres de *calcaire à Miliolites* délité, à l'état de *cran*, de plaquettes tendres, horizontalement placées dans un sable marneux : c'est le niveau inférieur du calcaire grossier moyen, dont le sommet, ici rudimentaire, est moins miliolitique, en réalité plus exploitable, partout caractérisé par le *Terebellum convolutum*, Lk, le *Cardium aviculare*, Lk, l'*Orbitolites complanata*, Lk, etc. (1). Le bas de la carrière offre 3 à 5 mètres d'un calcaire gris, très dur, à cassure esquilleuse, compacte, exploité pour pavés sous le nom de grès, pétri de débris spathiques d'*Asterias poritoides*, Des Moulins, qu'on prendrait presque pour des fragments d'articulations d'Encrinites, et qui donnent à la pierre parfois l'aspect de calcaire jurassique à Entroques. Cette pierre empâte quelques tests de *N. lævigata*, Lk; c'est le calcaire à Nummulites, très développé et très dur aux abords de Clermont, à Agnès surtout.

Entre ce calcaire à *N. lævigata*, Lk, et le calcaire grossier moyen, on s'attend à trouver d'abord le niveau du *Cerithium giganteum*, Lk, qui est assez constant dans le calcaire grossier; mais il manque, ou est rudimentaire près de Clermont. On a seulement 2 à 3 mètres de sable blanchâtre, un peu jaune, tendant à devenir ocreux à la partie supérieure, pesant, très onctueux, très gras au toucher, avec quelques rares et petits rognons à surface mamelonnée de calcaire poreux. L'analyse y décèle un peu d'argile et d'oxyde ferrique, beaucoup de dolomie.

A Clermont, comme ailleurs, ce sable, dont j'ai l'honneur de

(1) M. Michelot, dans la note précitée, a bien reconnu et caractérisé ces deux niveaux du calcaire grossier moyen.

présenter un échantillon à la Société, n'est qu'un accident local. Il ne forme pas de couches suivies (1).

Sans citer deux autres points moins intéressants dans l'Oise, je pourrais ajouter ici trois gisements du département de Seine-et-Oise, où la pierre de Saint-Leu est remplacée par de semblables dépôts magnésiens. Telles sont les lentilles dolomitiques qu'on observera dans le chemin creux qui descend à Joux-la-Ville, près l'Ile-Adam. Non loin de là, M. Hébert a fait, l'an dernier, dans une carrière proche de Parmain, observer à ses élèves de semblables sables entremêlés de silex plus ou moins stalactiformes.

Ces sables sans fossiles, intercalés toujours dans des bancs parfaitement horizontaux, et que, il y a quelques jours, nous avons retrouvés dans le département de Seine-et-Marne, semblent dus, comme M. Viquesnel l'avait cru pour ceux de Pont-Sainte-Maxence, à des phénomènes thermo-minéraux plus ou moins localisés et contemporains du calcaire grossier inférieur lui-même. Les silex qu'ils renferment près de l'Ile-Adam sont une preuve, entre bien d'autres, de cette origine.

---

(1) Il est curieux de voir combien ce sable, équivalent pour nous de la pierre de Saint-Leu, ressemble à certains dépôts que, dans sa *Topographie géognostique de l'Oise* (1847), M. Graves nomme *craie magnésienne*, qu'il fait inférieurs à la craie à *Belemnitella mucronata*, d'Orb., et qui représenteraient ainsi la craie dolomitique de Beynes près Grignon (Seine-et-Oise), c'est-à-dire la base de l'étage de la craie de Meudon. « On voit, dit M. Graves (p. 134, s. q.), à la butte de Bimont près Breteuil, 3 à 8 mètres de sable argileux, avec rognons, souvent sphéroïdes, à couches concentriques, à coloration passant au roux ferrugineux... Il est lui-même très fin, pesant, d'une coloration ocracée fauve. On l'emploie pour amendement. On l'a rapporté parfois aux terrains tertiaires. Ses concrétions, dites *rubis* par les ouvriers, affectent les formes bizarres des silex de la craie ou des nodules tertiaires... Elles présentent les surfaces curvilignes des grès (tertiaires)... On les exploite pour l'entretien des routes... Au-dessous du sable, les rognons se rapprochent, et la roche continue, compacte (*faux grès*), est exploitée.

» Le dernier banc est une craie grossière, jaune, parsemée de points noirs de manganèse ; il est dur et sert à faire des pavés... La cassure de cette craie présente, par intervalle, des facettes spathiques.

» ..... Le calcaire magnésien se retrouve près de Domeliers. Il peut avoir 4 mètres; c'est dans sa masse qu'on remarque un ou deux lits d'une roche dure, grossière, à cassure esquilleuse et miroitante, très caverneuse, gisant dans un sable argileux... On a dit, ajoute M. Graves (p. 168), que le massif magnésien de Breteuil était tertiaire, à cause de son aspect glauconieux et de sa juxta-position à la craie, jusqu'à ce qu'on l'ait rencontré, dans les carrières de Domeliers, inférieur à la craie blanche. »

Tout en admettant que, dans les bois silicifiés, dans les fossiles silieeux de la craie par exemple, il y a eu, par la silice, remplaeement molécule à molécule, soit de a matière organique, soit du carbonate de chaux, tout en reconnaissant ces transports moléculaires divers qui, de nos jours encore, constituent la plupart des rognons que nous offrent les terrains stratifiés, nous ne pensons pas ici que la magnésie soit venue imprégner la pierre de Saint-Leu postérieurement au dépôt de cette pierre. Nous ne saurions admettre une dolomitisation soit par métamorphisme ou épigénie, soit par vapeurs de sel magnésien. Il n'y a eu ni transformation, ni température, ni pression extraordinaire. Le sable de Clermont est le résultat d'un double dépôt minéral simultané de carbonate calcaire et de sel de magnésie. C'est ce que M. de Rouville, dans son intéressant mémoire sur la *Géologie de Montpellier* (p. 31), nomme une dolomie *syngénique*, par opposition aux dolomies *épigéniques* du Tyrol et de Nice.

Nos dépôts tertiaires parisiens offrent, au reste, d'autres accidents minéralogiques qu'on ne peut attribuer qu'à des sources. Sans parler des meulières du calcaire lacustre miocène de Brie ou du calcaire lacustre miocène de Beauce, sans sortir de l'étage éocène moyen, nous en trouvons de nombreux exemples, 1° dans les mille petits bancs de marnes (*caillasses*) d'eaux soit douces soit saumâtres, qui recouvrent le calcaire grossier supérieur proprement dit ; 2° dans le sous-étage du calcaire lacustre de Saint-Ouen ; et 3° même dans les sables marins que l'on a improprement appelés de Beauchamp (1), et qu'il conviendrait mieux de nommer sables éocènes supérieurs ou sables parisiens moyens.

Ce sous-étage (2), dans l'étude duquel on a trop souvent admis des localités plutôt que des horizons, avait été divisé par M. Graves en deux *lits fossilifères* distincts. Il me paraît pouvoir être, comme le sous-étage du calcaire grossier qu'il recouvre, réparti en trois niveaux généraux (3), constants, caractérisés par

(1) A Beauchamp, près la station d'Herblay, ils ne sont visibles, qu'en partie, les coupes étant très restreintes.

(2) Étage tritonien supérieur de M. Graves (*Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*).

(3) M. Hébert, dans les excursions qu'il dirige si fructueusement aux environs de Paris pour ses auditeurs de la Sorbonne, admet cette répartition des sables dits de Beauchamp en trois niveaux d'ensemble. Ses observations à ce sujet n'ont pas encore été publiées ; mais, m'étant livré d'une manière spéciale à l'étude de ce sous-étage, je n'ai pas trouvé de point où l'examen attentif des lieux ne confirme l'exactitude de cette subdivision générale en trois horizons.

une association spéciale d'espèces, et décomposables eux-mêmes, plus ou moins localement, en sous-niveaux. Ces niveaux et sous-niveaux ne sont le plus souvent pas visibles et réunis dans une même coupe. Sans être aussi régulièrement suivis que ceux du calcaire grossier, ils offrent une continuité remarquable, et les coquilles ne forment pas, comme le pensait M. Graves, « des amas espacés, plus ou moins considérables ».

A. Le niveau inférieur, qui repose sur les marnes (*caillasses*) fluvio-marines supérieures au calcaire grossier proprement dit, et très rarement sur le calcaire grossier lui-même, m'a paru avoir ses bons types à Auvers et dans toute la région de l'Ourcq, à Acy-en-Multien, Lisy, Mary, Jaignes, etc. Il me semble caractérisé: 1° par le faciès roulé de ses nombreux fossiles (1), souvent brisés, fréquemment méconnaissables, tant le frottement les a arrondis et dont le test est, en général, épais, résistant; 2° par ses milliards de *Nummulites variolaria*, d'Orb. (*Lenticulina*, Lk), qui, localement, composent presque à elles seules tout le sable; 3° par la fréquence des polypiers, rarement entiers ou non usés (2); 4° enfin par ses galets siliceux ou calcaires, enlevés à la craie blanche ou au calcaire grossier, souvent assez volumineux, comme à Mary, fréquemment percés de Saxicaves (*S. vaginoides*, Desh., etc.), de Fistulanes (*F. angusta*, Desh., etc.), de Pholades (*P. aperta*, Desh., *P. conoidea*, etc.), de *Vioa Nardina?*, Michelin, *V. Duvernoyi?*, Nardo, etc.) (3).

Les coquilles de ce niveau inférieur, que nous pourrions montrer subdivisible au moins en deux sous-niveaux, sont, en bien des endroits, empâtées en profusion dans des bancs calcaires, comme à Auvers, ou argilo-calcaires. Pourtant l'élément calcaire est ici tout à fait l'exception.

B. Le niveau moyen m'a fourni, plus ou moins localement,

---

(1) La place me manquerait pour les citer ici. Plusieurs de ces fossiles paraissent avoir été arrachés au calcaire grossier inférieur; tels sont les *Fusus longævus*, *Cardita planicosta*, etc., toujours roulés et déformés à Auvers, mais dont l'espèce a pu, comme à Acy-en-Multien, vivre encore pendant le dépôt des sables moyens.

(2) Les plus communs sont : *Dendrophyllia cariosa*, Michelin, C; *Lithodendron irregulare*, id., C; *Anthophyllum distortum*, id., A C; *Astrea panicœa*, id., C C; *Agaricia infundibuliformis*, id., A C; *Madrepora Solanderi*, Defr., C C; *Porites Deshayesiana*, Michelin, A C; *Palmipora Solanderi*, id., C; *Geodia piriformis*, id., A C.

(3) Ces deux *Vioa*, dont le test de nos mollusques vivants se montre fréquemment perforé, auraient aussi, d'après M. Michelin, laissé de nombreuses traces sur les coquilles des faluns de la Touraine et de l'Anjou (étage miocène moyen). Nous avons des fossiles du *néocène* de Vienne (Autriche) (même étage) troués également par ces *Vioa*.

presque toutes les espèces du niveau inférieur, dont il est séparé par la masse principale des sables, qui est généralement sans fossiles. Mais, ici, plus ou peu de galets, même des plus petits, plus de polypiers, ou du moins des polypiers très rares, jamais de coquilles roulées. Ici des fossiles bien conservés, souvent très fragiles; jamais de sable nummulitique. Ce niveau moyen, que je crois divisible lui-même en plusieurs sous-niveaux, est d'ailleurs caractérisé par le *Cerithium scalarioides*, Desh., qui lui est spécial, et par l'abondance des *Melania hordacea*, Lk, *Cerithium mutabile*, Lk, *Cytherea elegans*, Desh., qui sont, relativement, rares dans le niveau inférieur. Les gisements de Beauchamp (entre Saint-Leu-Taverny et la station d'Herblay), de Pierrelaye (route de Paris, etc.), d'Ezanville, de Moiselles, de Mesnil-Aubry, d'Attainville, sont, pour moi, les types du niveau moyen dans le département de Seine-et-Oise; Caumont près la Ferté-sous-Jouarre, Cuives près Jaignes, Jaignes (partie supérieure), en sont de bons représentants dans le département de Seine-et-Marne, pour ne pas citer d'autres localités moins fossilifères et que M. Deshayes a bien voulu m'indiquer, comme ayant fourni cependant d'utiles matériaux à ses savantes recherches.

Je disais que le niveau moyen, dont on m'a contesté plusieurs fois l'existence, et que M. Graves réunit en partie au lit supérieur, me semble pouvoir être réparti lui-même au moins en deux sous-niveaux de fossiles, surtout dans une étude locale et minutieuse, de même que le calcaire grossier moyen est susceptible de deux subdivisions paléontologiques constantes.

(*b*) Dans la région de l'Ourcq, le sous-niveau supérieur, celui qui est caractérisé, au-dessus des grès, à Beauchamp, Attainville (Seine-et-Oise), etc., par l'abondance des *Melania hordacea*, Lk, *Cerithium scalarioides*, Desh., *C. Bouei*, var. *coronatum*, Desh., *Cytherea elegans*, Desh., se trouve toujours à l'état de calcaire peu gréseux et beaucoup plus dur que nos meilleurs matériaux tirés du calcaire grossier. C'est la pierre de Lisy et Etrépilly, qu'on revoit à Mary, Tancrou, Jaignes, Changis (Seine-et-Marne). Là encore, comme pour les sables magnésiens du calcaire grossier inférieur, on ne peut guère se refuser à admettre l'existence de sources calcaires contemporaines du dépôt, bien que l'abondance même des fossiles qui pétrissent la roche ait pu contribuer à la richesse de cette roche en calcaire. Dans le pays, la masse des sables sans fossiles est parfois pénétrée et endurcie par du calcaire, et il existe aujourd'hui même plusieurs sources incrustantes, comme à Crégy près Meaux.

Le sous-niveau supérieur, qui donne ces excellentes pierres

d'Etrépilly et Lisy (1), est aussi à l'état de grès très calcaire, mais friable, avec *Portunus Hericarti*, Desmarets, *Melania hordacea*, Lk, etc., à Paris, soit aux docks, soit à la barrière de l'Étoile. Il se retrouve dans l'Oise, notamment à Brégy, à l'état de roche calcaire grenue, assez dure pour être exploitée, comme l'indique M. Graves (2). Enfin M. Michelot m'a signalé à Louvres un calcaire qui représente la pierre de Lisy dans le département de Seine-et-Oise. Il était très exploité jadis un peu au nord de l'emplacement actuel de la station, dans un petit bois que le chemin de fer coupe en partie sur sa droite, notamment en une carrière dite du *Bon Bénard*. Cette pierre gréso-calcaire de Louvres a même servi d'assise de socle à la Madeleine et à l'hôtel de ville de Paris. Comme celle de Lisy, elle est pénétrée de moules ou d'empreintes de *Portunus Hericarti*, Desm., *Cerithium mutabile*, Lk, *Clavagella*, *Cytherea elegans*, Desh., *Cardium obliquum*, Lk, *Cardita sulcata*, Brander (*C. cor-avium*, Lk), *C. divergens*, Desh., etc.

---

(1) La coupe est la suivante à Lisy, dans la carrière de M. Taupin :

0,50. Terre végétale.
3,00. Calcaire marneux de Saint-Ouen, un peu remanié.
0,10. Sable jaune.
0,05. Cordon glaiseux noir.
0,10. Marne blanche.
0,08. Glaise rousse.
1,50. Marne blanche, brisée, avec poches verdâtres.
0,10. Glaise rousse, peu suivie.
0,30. Marne.
2,75 à 1,50. *Pierre de Lisy*. Calcaire gréseux à empreintes de *Cerithium mutabile*, Lk, *C. tuberculosum*, Lk, *Cytherea elegans*, Desh., etc., vendue 70 francs le mètre cube sur pied d'œuvre, supportant la boucharde, donnant d'excellents moellons piqués.
0,20. Sable argileux, jaune, formant petit niveau d'eau.

Le banc de grès exploité à Beauchamp, et visible, près d'ici, à Tancrou et à Jaignes, est caché.

Le sous-niveau inférieur (*b'*), à *Cyrena deperdita*, Desh., *Lucina saxorum*, Lk, etc., très curieux à Cuives et à Jaignes, non loin de Lisy, et très classique, dans Seine-et-Oise, à Ézanville, ne se voit également pas.

Plus bas, on trouve une sablière de 15 mètres, dont les sables fossilifères représentent le niveau A des carrières d'Auvers, et contiennent, surtout à la partie supérieure, sur une épaisseur de 0,5, les fossiles et les galets de ce dernier gisement.

(2) *Topographie géognostique de l'Oise*, p. 479.

(*b'*.) Le sous-niveau inférieur, séparé du précédent (*b*) par les grès en bancs continus ou en grands rognons à contours curvilignes et mamelonnés, exploités pour pavés à Beauchamp, à Attainville, etc. (le grès d'Auvers seul ne me paraît pas de cet horizon et se rattache au niveau A) me semble typique aux sablières d'Ézanville, de Moiselles, etc. (Seine-et-Oise), et à la côte de Cuives près Jaignes (Seine-et-Marne). Il renferme beaucoup plus de fossiles que (*b*), ou du moins ses espèces sont plus nombreuses ; ce sont surtout des bivalves : *Psammobia nitida*, Desh., *Diplodonia bidens*, Desh., *Cyrena deperdita*, Desh., *Lucina saxorum*, Lk, etc. ; cependant les *Cerithium mutabile*, Lk, et *C. tuberculosum*, Lk, sont ici plus communs que dans le niveau A d'Auvers. Ses fossiles ne sont pas roulés ; quelques-uns étonnent par leur fragilité ; mais il contient, quoique rarement, des polypiers et des petits galets, alors que jamais on n'en trouve dans le sous-niveau (*b*). Nous avons toujours vu *b'* arénacé.

C. Quant au niveau supérieur des sables parisiens moyens que recouvre le sous-étage du calcaire lacustre de Saint-Ouen, il nous a paru caractérisé sans cesse par l'abondance des *Fusus polygonus*, Lk, AC ; *F. subcariuatus*, Lk, AC ; *Cerithium Cordieri*, Desh., C ; *C. pleurotomoides*, Lk, CC ; *C. Roysii*, Desh., C ; *C. tricarinatum*, Lk, C ; *Dentalium coarctatum*, Lk, C ; *Corbula angulata*, Lk, CC ; *Cythera deltoidea*, Lk, CC ; *Nucula deltoidea*, Lk, C ; *Avicula fragilis*, Defr., CC.

Nous l'avons presque partout observé à l'état de sable fin, comme à Mortefontaine où sa base, très argileuse, forme un petit niveau d'eau. A Paris cependant (docks, barrière de l'Étoile), il est entièrement calcaire. A Nogent-sur-Marne (Seine), près du viaduc du chemin de fer, sur le coteau, M. Hébert nous l'a montré à l'état de marne calcaire. A Attainville (Seine-et-Oise), c'est encore une marne calcaire à Avicules qui recouvre le niveau (*b*) de Beauchamp à *Melania hordacea*, Lk, et *Cerithiums calarioides*, Desh.

Je terminerai cette note en annonçant que j'ai trouvé il y a déjà sept à huit mois, dans le calcaire grossier inférieur d'Issy (Seine), dans les belles carrières de MM. Mortier et Courtois, si riches en dents de *Lamna*, en *Echinanthus Cuvieri*, Desor, et surtout en *Echinolampas affinis*, Ag., une espèce nouvelle pour la France. Elle a été signalée seulement en Angleterre où elle paraît extrêmement rare, puisqu'on en possède, à ma connaissance, quelques lobes seulement. C'est le *Nautilus Parkinsoni* de Fred. Edwards. J'ai été assez heureux pour en réunir six lobes d'une conservation parfaite, chacun indépendant et désarticulé.

Il a été trouvé, dans les mêmes carrières et dans les mêmes bancs, des débris de petits radioles aplatis et dentés en scie, dont M. Michelin fait le *Porocidaris tuberculosa* (1).

Puisque je viens de parler d'Échinodermes, j'engagerai les amateurs de raretés à visiter avec soin le Vexin normand, surtout le canton d'Écos (Eure), soit les lieux dits Prud'homme (sur la route de Vernon), moulin de Four, et les villages de Civières (derrière le cimetière), Authevernes, Cahaignes, Fontenay, Vély. C'est dans ces divers gisements que M. l'abbé Sorignet a trouvé les Échinodermes du calcaire grossier qu'il a décrits et que M. Desor a presque tous admis. Leur position est constante. La coupe de ces diverses localités, situées sur la limite nord des terrains tertiaires parisiens, est la suivante :

Étage de la craie moyenne.

Craie blanche, marneuse, à silex, avec *Ananchytes gibba*, CC; *Rhynchonella Cuvieri*, C, etc. — Voir au Plix, près Écos.

Étage de la craie blanche.

Craie exploitée pour blanc à écrire, avec silex; fossiles très rares, *Belemnitella mucronata*, d'Orb., RR. — Marnière de Grimonval, près Écos.

Étage éocène inférieur.

Argile plastique, très peu développée.

Sables dits de Cuise, ou sables supérieurs du Soissonnais. — Chemin d'Écos à Civières, dit *les Rouliers*, etc.

Base du calcaire grossier.

Sable vert, glauconieux, à dents de Squales (*Carcharodon disauris*, Ag., *C. heterodon*, Ag.; *Otodus apiculatus*, Ag., *O. macrotus*, Ag.; *Lamna elegans*, Ag., C, *L. contortideus*, Ag., AC, *L. compressa*, Ag., *L. acutissima*, Ag., *L. Hopei*, Ag., etc.), avec cailloux roulés, petits et noirs, toujours nombreux.

---

(1) *Porocidaris tuberculosa*, Michelin (Pl. II, fig. 1).

Ce genre, créé par M. Desor, est plus connu par ses radioles aplatis, dentés en scies, que par son test à scrobicules entourés de pores et que l'on a très rarement rencontré. L'espèce dont il est question se distingue de ses congénères par sa petitesse, son épaisseur relativement assez forte, ses tubercules sur l'un des côtés, et ses dents espacées. La longueur devait atteindre à peine 1 centimètre sur 1 à 2 millimètres de largeur.

M. Sorignet l'avait trouvé déjà, dans la même carrière d'Issy.

Collections Sorignet, Michelin, Goubert.

Sable vert, lié au précédent, avec Échinodermes souvent friables, assez communs sur le terrain, et rares en général dans les collections :

Periaster subglobosus, Desor, A C (*Hemiaster*, Des., Ag.).
Macropneustes minor, id., C (*Eupatagus*, Ag.).
Hemipatagus grignonensis, id., A C (*Spatangus*, Ag.).
— *Archiaci*, id., R R (*Spatangus*, Ag.).
— *integer* (Sorignet sp.), Desor, R.
— *Cosoni*, Desor, R.
Cassidulus faba, Ag., A R.
— *Sorigneti*, Michelin, R R (1).
Lenita patellaris, Desor, C.
Pygorhyncus grignonensis, Ag., A R.
Echinanthus Cuvieri, Desor, A C (*Pygorhynchus*, Ag.).
Psammechinus Gravesii, Desor, R.
Scutellina placentula, Mérian, A C (*S. rotunda*, Galeotti).
— *ovata*, Ag., A R.
— *nummularia*, Ag., A C.
Echinocyamus inflatus, Ag., C.
Cœlopleurus radiatus, Ag., R.
Hebertia parisiensis, Mich., R R (2).
Asterias poritoides, Desmoulins, A C.
Et quatre autres espèces, au moins, non décrites.

---

(1) Cette espèce est nouvelle. M. Michelin en avait, il y a déjà longtemps, reçu un échantillon de M. Sorignet, qui l'avait pris pour un grand *Cassidulus faba*, Ag. M. Michelin m'en remet la description suivante :

Cassidulus Sorigneti, Michelin (Pl. II, fig. 3).

Test oblong, arrondi à la partie antérieure, anguleux à la partie postérieure, convexe en forme de toit en dessus ; en dessous plane et un peu concave. Bord arrondi et renflé ; péristome petit, excentrique vers l'avant ; périprocte supérieur très grand, subtriangulaire, à la naissance d'un sillon assez court, mais large, et se terminant au bord. Pétales ambulacraires assez larges et allongées, à pores conjugués. Un floscelle entourant le péristome s'est brisé.

Diffère du *C. faba* par son sommet en arrière, au-dessus du périprocte, et sa taille plus grande.

Longueur, 27 millim. ; largeur, 22 millim. ; hauteur, 11 millim.

Dans les sables glauconieux du calcaire grossier inférieur, à Fontenay et Four (Eure).

Collections Sorignet, Michelin, Goubert.

(2) M. Michelin a bien voulu me communiquer, au sujet de ce genre et de cette espèce nouvelle, la note que voici :

Dans le *Synopsis des Échinides fossiles*, M. Desor a cru devoir momentanément distinguer deux types dans le genre *Echinopsis* d'Agassiz, l'un contenant les espèces à une seule série de pores géminés (*Echinopsis elegans*), l'autre à pores trigéminés (*E. Gacheti*). Ayant

A ces Échinodermes se mêlent tous les fossiles de Grignon (partie inférieure du parc, la Laverie), de Parnes, de Chaumont (ferme du Vivray), des espèces rares (*Pandora dilatata*, Desh., *Clavagella*, etc.) ou nouvelles, et dont quelques-unes n'ont encore été trouvées que là, plusieurs Crustacés, des Rhizopodes (*Nummulites lævigata*, Lk, sp., AR; *N. globularia*, Lk, sp., AR; *Alveolina*, *Valvulina*, *Fabularia discolithes*, Defr., AC; *F. sphæroidea*, Defr., AR, etc.), des Bryozoaires (*Eschara excavata*, Michelin, AC; *E. grignonensis*, Defr., AR; *Ovulites margaritula*, Lk, AC; *O. elongata*, Lk; *Polytripes elongatus*, Defr., AC; *Lunulites urceolata*, Lk, C, à Prud'homme, etc.), des polypiers nombreux, entre autres :

Turbinolia elliptica, Brand, CC. (*Eupsammia trochiformis*, Edw. et H.)
— *sulcata*, Lk, C.
— *crispa*, Lk (*Sphenotrochus crispus*, Edw. et H.), C.
— *semigranosa*, Michelin, AC.
— *Gravesii*, id., R.
Oculina Solanderi, Defr., AC.
Astræa hystrix, Defr. (*Stylocœnia monticularis*, Edw. et H.), AC.
Chaetites pomiformis, Michelin, R.
Madrepora ornata, Defr., C.
Distichopora antiqua, Defr., AC.

---

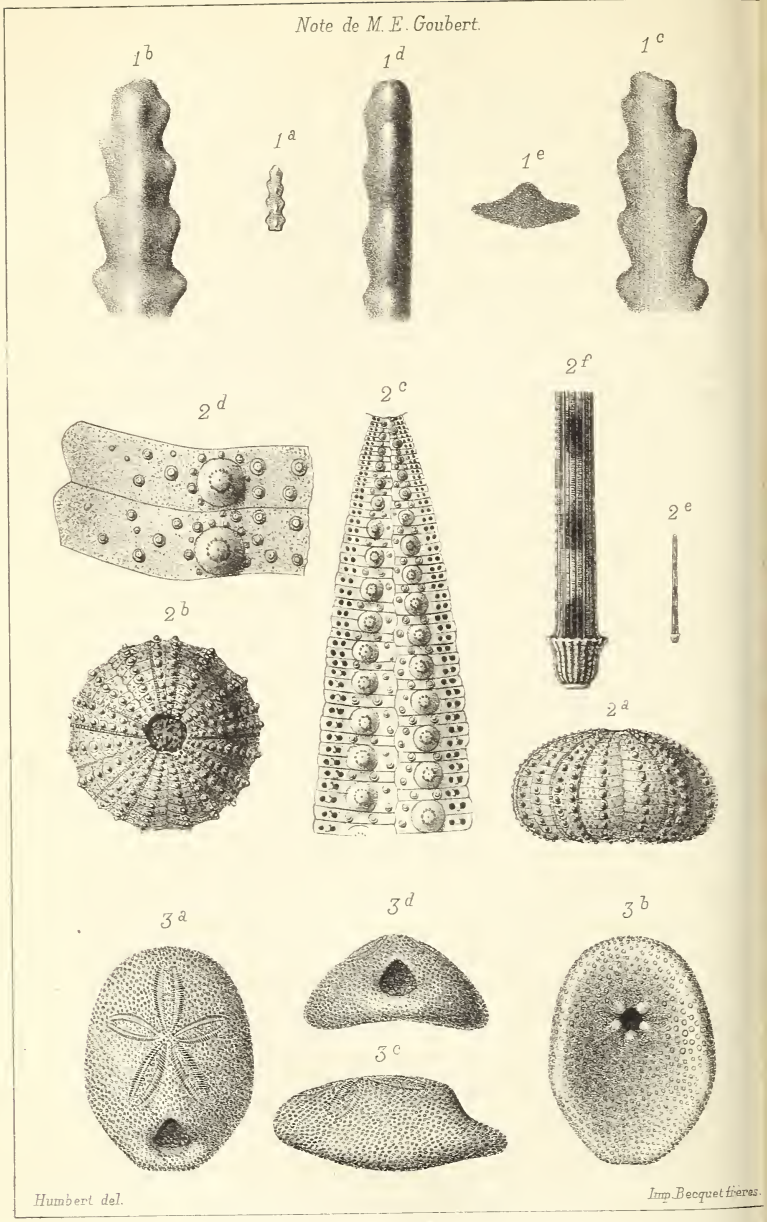
eu l'heureux hasard d'obtenir un beau fragment d'une nouvelle espèce qui se rapproche de l'*E. Gacheti*, et est très éloignée de l'*E. elegans*, nous croyons devoir créer, en l'honneur de M. Hébert, le genre *Hebertia*, pour la nouvelle espèce, que nous désignerons sous le nom d'*H. parisiensis*, et qui prendra rang entre l'*H. Gacheti* et *H. Edwardsii*.

Hebertia parisiensis, Michelin (Pl. II, fig. 2).

Forme générale semi-sphérique, à côtes granuleuses, faisant saillie, tubercules perforés, non crénelés, sans scrobicules; ceux miliaires petits, épars, assez éloignés les uns des autres, laissant un espace lisse et concave, au milieu des aires anambulacraires, ce qui permet aussi d'y distinguer les sutures des plaques. Le test étant fragile, on n'en possède le plus souvent que de rares fragments plus ou moins bien conservés. Parmi et avec ces débris on trouve des radioles aciculaires, striés, ayant de 5 à 12 millimètres de longueur. Quelques radioles sont ornés de maculatures d'un brun rougeâtre. La base et la collerette du radiole sont striées.

Trouvé dans le calcaire grossier inférieur du Vexin, spécialement à Chaumont (Oise) (banc à *Cerithium giganteum* et Turritelles), par MM. Deshayes, Chevallier, Gouillardon, Michelin, Goubert.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



1, a, b, c, d, e Porocidaris tuberculosa, Michelin.
2, a, b, c d, e, f. Hebertia parisiensis, id.
3 a, b, c d. Cassidulus Sorigneti, id.

Balanophyllia tenuistriata, Edw. et H., C.
Paracyathus Desnoyersi, id., AC.

Explication de la planche II.

Fig. 1. — *Porocidaris tuberculosa*, Michelin. — (Radiole) *a*, vu en dessus, grandeur naturelle; *b*, grossi, vu en dessus; *c*, id., vu en dessous; *d*, id., vu de profil; *e*, id., coupe transversale.

Fig. 2. — *Hebertia parisiensis*, Michelin. — *a*, grosseur naturelle, vu de profil; *b*, id., vu par dessus; *c*, portion d'ambulacre grossie; *d*, portion grossie de zone interambulacraire; *e*, radiole de grandeur naturelle; *f*, portion de radiole grossie.

Fig. 3. — *Cassidulus Sorigneti*, Michelin. — Grosseur naturelle; *a*, vue en dessus; *b*, vue en dessous; *c*, vue de profil; *d*, vue par derrière.

Séance du 9 janvier 1860.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance et de celui de la séance du 5 décembre dont l'adoption avait été ajournée. La rédaction de ces deux procès-verbaux est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Searles-Wood, à Twickenham, près Londres, présenté par MM. Prestwich et de Verneuil.

M. Tournal, à Narbonne (Aude), ancien membre, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

M. le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, décembre 1859.

De la part de M. Charles Darwin, *On the origin of species*, in-18, 502 p. Londres, 1859 ; chez John Murray.

De la part de M. P. Mingaud, *Examen d'un minerai qui*

présente tous les caractères de l'allophane (*silicides*), in-8, 11 p. Paris, 1859 ; chez W. Remquet, etc.

De la part de M. G. Omboni, *Sulla carta geologica della Lombardia del Cav. Fr. di Hauer* (*estr. dal* 1° *v. degli Atti della Societa geologica residente in Milano*), in-8, 12 p.....

De la part de MM. W. K. Parker and T. R. Jones, *On the nomenclature of the foraminifera* (from the *Ann. and Mag. of nat. hist. for nov.* 1859), in-8, p. 333-351.

De la part des lords commissaires de l'Amirauté anglaise, *Report on the Teneriffe astronomical experiment of* 1856, par le professeur C. Piazzi Smyth, in-4, p. 465-577, 11 pl. Londres, 1858 ; chez Richard Taylor.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1859, 2e semestre, t. XLIX, nos 25 et 26 ; 1860, 1er semestre, t. L, n° 1.

L'Institut, nos 1355 et 1356, 1859 ; n° 1357, 1860.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, nos 10 et 11, octobre et novembre 1859.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 149.

Soc. imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., octobre 1859.

The Athenæum, nos 1678 et 1679, 1859 ; n° 1680, 1860.

Neues Jahrbuch de Leonhard et Bronn, 1859, 6e cahier.

Revista minera, t. X, n° 230, 15 décembre 1859 ; t. XI, n° 231, 1er janvier 1860.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. IX, n° 9, décembre 1859.

The Canadian Journal of industry, science and art, novembre 1859.

Memoirs of the geological Survey of India, vol. II, part. I.

M. le Président fait connaître à la Société la mort de deux de ses membres distingués : MM. Brochant de Villiers et de Rottermund.

M. le Président annonce ensuite que, d'après une décision du Conseil, aucun nom d'espèce nouvelle de fossile ne pourra plus être inséré dans les publications de la Société, s'il n'est accompagné d'une description assez complète pour bien caractériser l'espèce.

D'après l'avis du Conseil, il propose à la Société de porter de trois à cinq le nombre des membres dont est composée la *Commission du Bulletin;* cette mesure est motivée sur le nombre toujours croissant des mémoires qui sont envoyés à la Société.

Après avoir entendu les observations de MM. Viquesnel et de Roys, la Société décide que, conformément au règlement, la nouvelle proposition ne pourra être mise aux voix que dans une séance à laquelle tous les membres auront été spécialement convoqués.

M. le Trésorier présente l'état de la caisse au 31 décembre 1859 :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1858. .	792 fr.	29 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1859, a été de.	20,617	»
Total. . .	21,409	29
La dépense, depuis le 1er janvier 1859 a été de.	21,202	55
Il restait en caisse au 31 décembre 1859. . .	206 fr.	74 c.

La Société adopte successivement les nominations que le Conseil a faites pour l'année 1860 dans les diverses Commissions.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de Comptabilité, chargée de vérifier la gestion du Trésorier :* MM. Parès, Viquesnel, Clément-Mullet.

2° *Commission des Archives, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste :* MM. Michelin, le marquis de Roys, Walferdin.

3° *Commission du Bulletin :* MM. de Verneuil, Michelot, Delesse.

4° *Commission des Mémoires :* MM. Charles Sainte-Claire Deville, Damour, Lartet.

On procède ensuite à l'élection du Président pour l'année 1860.

M. Levallois, ayant obtenu 80 voix sur 123 votes, est élu Président pour l'année 1860.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. Charles SAINTE-CLAIRE DEVILLE, BELGRAND, le marquis DE ROYS, GRÜNER.

Secrétaires : MM. Albert GAUDRY et Ch. LAURENT.

Vice-Secrétaires : MM. A. LAUGEL et Edm. PELLAT.

Membres du Conseil : MM. ÉLIE DE BEAUMONT, HÉBERT, LARTET.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1860, de la manière suivante :

Président.

M. LEVALLOIS.

Vice-Présidents.

M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,
M. BELGRAND,
M. le marquis DE ROYS,
M. GRÜNER.

Secrétaires.

M. Albert GAUDRY,
M. Ch. LAURENT.

Vice-Secrétaires.

M. A. LAUGEL.
M. Edm. PELLAT,

Trésorier.

M. MEUGY.

Archiviste.

M. Ed. COLLOMB.

Membres du Conseil.

M. DAMOUR,
M. DELESSE,
M. BAYLE,
M. WALFERDIN,
M. VIQUESNEL,
M. le vicomte D'ARCHIAC,
M. DE VERNEUIL,
M. MICHELIN,
M. Paul MICHELOT,
M. ÉLIE DE BEAUMONT,
M. HÉBERT,
M. LARTET.

Commissions.

Comptabilité : MM. PARÈS, VIQUESNEL, CLÉMENT-MULLET.
Archives : MM. MICHELIN, marquis DE ROYS, WALFERDIN.
Bulletin : MM. DE VERNEUIL, MICHELOT, DELESSE.
Mémoires : MM. Ch. S.-C. DEVILLE, DAMOUR, LARTET.

Séance du 16 janvier 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Petau, ingénieur-constructeur, rue du Ranelagh, 8, à Passy, présenté par MM. Ch. Laurent et Ed. Collomb.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le professeur Ponzi, *Sulle correnti di lava scoperte dal taglio della ferrovia di Albano* (ext. des *Atti dell' Accad. pontificia dei Nuovi Lincei ; sess. III, del 6 febbr.* 1859), in-4, 5 p....

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t, L, n° 2.

L'Institut, n° 1358, 1860.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 132, 12e année, décembre 1859.

The Quarterly Journal, n° 60, 1860.

The Athenæum, n° 1681, 1860.

M. Deshayes lit la lettre suivante de M. Sandberger.

Sur l'âge des couches tertiaires du bassin de Mayence; par M. Sandberger.

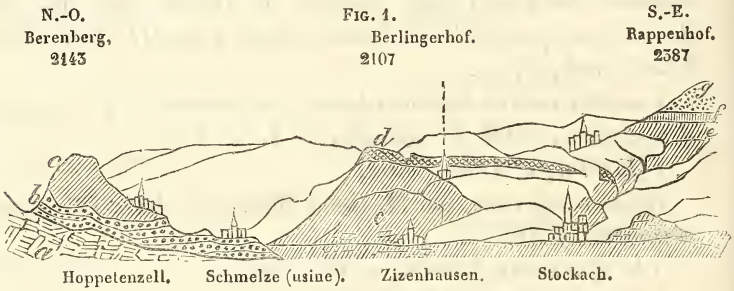
Carlsruhe, le 16 décembre 1859.

Monsieur,

Vous me demandez des renseignements sur les argiles à *Leda Deshayesiana* ou de Boom, récemment découvertes par M. Weinkauff dans le bassin de Mayence et sur les couches miocènes du même bassin. Depuis 1853 je me suis occupé de recherches minutieuses sur les couches qui se trouvent au-dessus des sables de Weinheim, que tout le monde regarde comme l'équivalent exact

de vos sables de Fontainebleau. Les couches à *Cyrena semistriata*, *Cerithium plicatum*, var. *Galeottii*, *C. margaritaceum*, *C. Lamarckii*, etc., que je nomme depuis presque une dizaine d'années, marnes à Cyrènes, ont été trouvées dans beaucoup de localités de notre bassin *au-dessus* de ces sables et *au-dessous* des calcaires à *Cyclostoma bisulcatum*, *Melania Escheri* et *Helix deflexa*. Ce sont les dépôts, que je nomme calcaire à coquilles terrestres. Ces assises affleurent directement au-dessous de la mollasse proprement dite à Ulm, dans les environs de Stockach, aux environs de Hohenpeissenberg en Bavière et de Delémont (Jura bernois); elles terminent la série des mollasses des environs de Saint-Gall, de Berne, etc., que l'on a reconnues il y a longtemps comme dépôts miocènes proprement dits.

Voici une coupe prise à Hoppetenzell près de Stockach par M. le docteur Schill, qui vient de publier par ordre de notre gouvernement une carte géologique des environs de cette ville.



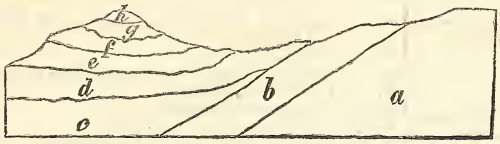
a. Calcaires kimméridgiens du terrain jurassique.
b. Calcaires magnésiens à *Cyclostoma bisulcatum*, *Helix rugulosa*, de Martens; *Planorbis solidus*, Thomoae (*P. rotundatus*, Brongn., ex parte); et *Chara*, passant insensiblement à des
c. Marnes bigarrées et sables argileux sans fossiles.
d. Mollasse à *Cardium aculeatum*, *C. multicostatum*, *Pecten burdigalensis*, *P. scabrellus*, *Ostrea gryphoides*, Ziet. (*virginica auc.*, non L.), *Teredo navalis*, *Ostrea digitalina*, Eichw., *Delphinus acutidens*, de Meyer, *Lamna*, etc.
e. Sables argileux sans fossiles.
f. Argiles sableuses grises, à *Helix moguntina*, *Limneus pachygaster*, *Bythinia tentaculata* et *Chara Meriani*, Braun (représentant des calcaires de Wiesbaden.
g. Gravier diluvien.

Cette coupe prouve que les calcaires à coquilles terrestres ou de Hochheim ne sont autre chose que le membre le plus inférieur d'une série miocène continue, terminée par le représentant des couches de Wiesbaden. Il est donc bien naturel, je crois, de conclure, que les couches à Cérithes, intercalées dans le bassin de Mayence entre les numéros *b* et *f* de notre coupe sont

l'équivalent de la mollasse intercalée entre les mêmes couches dans les environs de Stockach, ou à Delémont. Voilà la cause pour laquelle je suis forcé de regarder comme miocène proprement dit toutes les couches du bassin de Mayence, situées au-dessus des bancs à *Cyrena subarata* et formant dans ce bassin, aussi bien que dans celui de Delémont, une série continue avec les dépôts de l'âge des sables de Fontainebleau, ou oligocènes selon M. Beyrich.

Après avoir fixé de cette manière la limite des divisions miocène et oligocène dans notre bassin, nous allons examiner une autre coupe, prise près de Kreuznach, pour faire connaître exactement les étages de la division inférieure ou oligocène.

E. FIG. 2. O.



a. Porphyre rouge euritique.
b. Sables à *Ostrea callifera*, ou de Weinheim, avec tous les fossiles caractéristiques
c. Argiles grises plastiques, ou de Boom, à Fucoïdées, Rhizopodes, *Leda Deshayesiana* (abondante), *Nucula Chastelii*, *Chenopus Margerini*, *Pleurotoma Selysii*, *subdenticulatum*, *Fusus multisulcatus*, *Deshayesii*, *Natica Nystii*, *Corbula subpisum*, etc.

Marnes à Cyrènes.
d. Argiles gris verdâtre, *Cyrena subarata* (abondante), *Hellia rosea*, n. sp., *Cerithium margaritaceum*, *C. plicatum*, var. *Galeotii*, *Neritina pseudo-concava*, d'Orb.
e. Argiles sans fossiles.
f. Argiles à *Ostrea callifera* et *Perna Sandbergeri*.
g. Sables argileux, à *Cerithium plicatum*, var. *papillatum*, Sandb., *C. Lamarckii*, *Nematura pupa* et *lubricella*, *Mytilus acutirostris*, n. sp., *Cyrena subarata* (rare et de petite taille).

h. Calcaire sans fossiles, selon toute probabilité le représentant des calcaires de Hochheim.

Cette coupe me paraît être d'un très haut intérêt ; elle fait voir de la manière la plus claire : 1° que M. Dumont a très bien observé à Louvain en y trouvant les argiles de Boom reposant sur les sables de Klein-Spauwen, ou, ce qui revient au même, sur les sables de Weinheim et de Fontainebleau ; 2° que les couches à *Cyrena subarata* ou *semistriata* du bassin de Mayence ne sont pas les mêmes que celles du Vieux-Jonc, Looz, Hénis, etc., en Belgique (système tongrien supérieur de Dumont) que l'on ne trouve en Allemagne qu'à Grossallmerode près de Cassel, au-dessous des argiles de Boom, recouvertes, comme M. Beyrich l'a observé, il y a quatre ans, par les sables jaunes de Cassel. Rien

ne me paraît donc plus naturel, que de regarder nos argiles formées dans des eaux à Cyrènes saumâtres comme l'équivalent des bancs marins de Cassel, remplis par une faune également semblable aux dépôts de Fontainebleau. Si vous me demandez quelle est après tout cela, dans ma pensée, la position du calcaire de la Beauce, je répondrai qu'il pourrait être le représentant de nos couches à Cyrènes et des calcaires de Hochheim réunis, et qu'il me paraît bien nécessaire d'examiner s'il contient aussi plusieurs assises particulières, caractérisées par des faunes propres, que l'on n'a pas explorées jusqu'ici, comme il me paraît, avec un aussi grand soin que les autres assises de votre bassin, dont vous venez de décrire une faune si riche et si admirable.

Je termine cette note en vous donnant l'ordre nouveau de succession des bancs du bassin de Mayence proprement dit :

Division inférieure, ou oligocène.	I. . . .	Sables de Weinheim.
	II. . .	Argiles à *Leda Deshayesiana*, ou à *Septaria* (Beyrich).
	III. . .	Marnes à Cyrènes.
Division supérieure, ou miocène.	IV. . .	Calcaire à coquilles terrestres, ou de Hochheim.
	V. . .	Calcaire à Cérithes.
	VI. . .	Calcaire à Littorinelles.
	VII. . .	Grès à empreintes de feuilles.
	VIII *a*.	Gravier à ossements, ou d'Eppelsheim.
	VIII *b*.	Lignites supérieurs de Domassenheim, Dorrheim, etc., en Wetteravie.

M. Hébert présente quelques observations sur la lettre de M. Sandberger. Il pense que le point le plus important de cette communication est la détermination précise de la couche à *Leda Deshayesiana*.

M. d'Omalius d'Halloy demande à M. Deshayes si à ses yeux l'oligocène de M. Beyrich est un étage spécial ou un étage qui se rattache soit à l'éocène, soit au miocène.

M. Deshayes répond que l'oligocène de M. Beyrich renferme un très grand nombre de fossiles spéciaux qui peuvent rendre M. Beyrich excusable d'avoir introduit dans la science un nom nouveau. Si l'on voulait supprimer l'oligocène pour le rattacher à l'un des trois grands étages tertiaires, c'est incontestablement dans l'éocène qu'il faudrait le ranger ; ses fossiles le distinguent très nettement du miocène.

M. Albert Gaudry, secrétaire, rend compte de la note suivante :

Sur la phosphorite de Logrosan (Estramadure); par M. Philippe Naranjo y Garza, ingénieur en chef au corps royal des mines d'Espagne, et par M. Lino Peñuelas, ingénieur, professeur de chimie à l'École royale des mines (traduit par M. Piquet).

L'unique description jusqu'à présent connue du gisement de phosphorite de Logrosan est, à l'exception de la notice de Bowles en 1775, celle que fit le premier des deux ingénieurs qui présentent ce mémoire, quand il fut commissionné par ordre royal en 1849, pour faire l'étude géologique du bassin de la Guadiana. Cette description fut publiée dans la Gazette de Madrid le 22 juillet de la même année, dans le bulletin officiel du ministère de Fomento et dans le premier volume de la *Revista minera* (mars et juillet 1850).

La phosphorite de Logrosan, qui sur la montagne de San-Cristobal est au contact du granite avec les schistes argileux, présente un gisement remarquable par sa puissance et son étendue. Ce gisement est situé au sud-est, et environ à 300 mètres de distance du village sur la montagne de Costanoza sur le chemin de Guadalupe à Cañamero. Sa longueur reconnue jusqu'à ce jour n'est pas moindre d'une demi-lieue depuis le ruisseau de Nava-Zarza jusqu'au versant méridional de la montagne où se trouve la chapelle de la Virgen del Consuelo, sa puissance est de 3 mètres environ. Le minerai grandement modifié par l'action de la roche éruptive paraît d'une formation plus ancienne qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent. Il se présente en couches verticales alternant avec des couches de schiste et des veines de quartz grossier. Sa direction est N.-S. et sa puissance de $0^{m},60$ à $7,^{m}00$.

Actuellement aucune des mines dont les concessions furent demandées avec tant d'empressement dans ces derniers temps n'est exploitée. On attribue cet abandon à la découverte récente en Angleterre de grands bancs de coprolites qui ont remplacé à l'étranger le phosphate espagnol pour la confection des engrais.

Le gisement de la phosphorite présente tous les caractères non d'une couche contemporaine du terrain encaissant, mais d'un filon métamorphique plus ou moins régulier, bien caractérisé, dont la direction moyenne est S. 40° O.-E., et l'inclinaison varie entre 60, 70° et même 90° E.

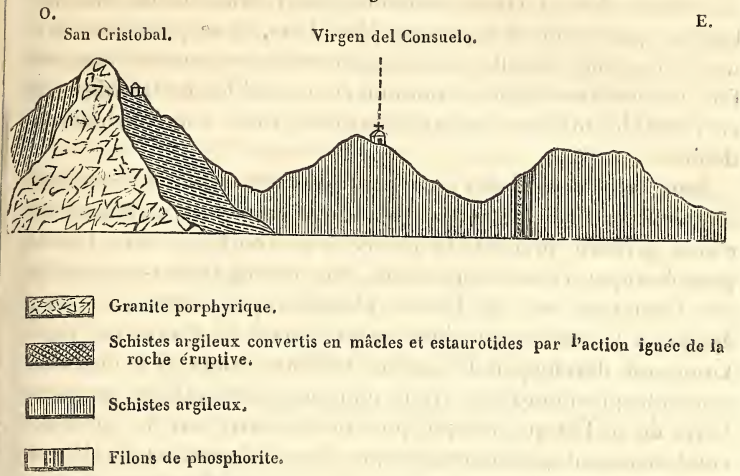
La phosphorite se présente constamment à l'état amorphe, constituant les variétés compactes, palmées, fibreuses et concrétionnées

et renfermant de fréquents nodules de quartz blanc pyromaque et ferrugineux. Les couleurs dominantes sont le blanc jaune, le blanc de neige et le jaune d'ocre avec des dentrites de manganèse ; quelquefois l'ocre de fer a pris la couleur rouge sous l'influence de l'action de la roche ignée. L'oxyde ferreux s'est transformé en oxyde ferrique, et la masse, douée alors de plus de cohésion et de dureté, présente l'aspect du jaspe rouge sanguin. La variété palmée qui est la plus pure, et par bonheur la plus abondante, a le toucher sec, âpre, et semblable à celui de la gybsite (alumine hydratée), de la craie blanche ou de la zinconite (carbonate de zinc) avec laquelle du reste on peut la confondre à première vue par ses autres caractères extérieurs. Cependant la dureté de la phosphorite de Logrosan qui atteint jusqu'à 5,5 est supérieure à celle des minéraux cités, et son poids spécifique 3, 12 est également supérieur à celui de ces espèces, moins la zinconite; de plus, la phosphorite mise sur des charbons ardents produit une lumière vert pré caractéristique, quoique d'autres minéraux et particulièrement tous les granites de la province de Badajoz jouissent de la même propriété à cause du fluor que leur feldspath contient. La variété palmée que nous avons dit être dominante se rencontre dans le centre des gisements sur une longueur de 4 à 500 mètres. La variété compacte et quartzeuse prédomine à l'extrémité méridionale avec une structure déjà lamellaire et surtout saccharoïde qui lui donne l'aspect de la dolomie. La variété argileuse est très chargée de schistes argileux. Elle occupe l'extrémité septentrionale du gisement.

De l'examen que nous venons de faire des propriétés physiques de la phosphorite de Logrosan, il résulte : que, sans avoir recours aux caractères chimiques (que du reste nous étudierons plus loin), ces propriétés sont toujours suffisantes pour faire reconnaître la phosphorite, quand on a un peu de pratique dans l'étude des minéraux amorphes; elles nous ont suffi il y a treize ans pour reconnaître la présence de la phosphorite dans les environs de Losacio, province de Zamora près du Portugal.

Etudions à présent les conditions géologiques du gisement qui nous occupe.

Coupe du terrain dans lequel se trouve le gisement de phosphorite de Logrosan.



Des schistes argileux de couleur obscure, probablement siluriens, sans fossiles d'aucune espèce, servent de caisse aux filons ; ils sont verticaux, avec une direction E.-O. ; ils forment la roche dominante du bassin et ont sans doute été soulevés par le granite extrêmement feldspathique qui constitue la masse principale des roches ignées d'Estramadure (1). Peut-être qu'à une époque excessivement éloignée, le filon actuel de phosphorite n'était autre chose qu'un dépôt de carbonate de chaux qu'une seconde éruption très postérieure de granite phosphorique et euritique paraît avoir métamorphosé. Cette roche plutôt trappéenne que plutonique couronne la montagne de San-Cristobal, point culminant dont l'horizon est borné au nord par la montagne de Guadalupe, au sud par la cordillère de la Sierra-Morena, où se termine le bassin de la Guadiana. La montagne de San-Cristobal est complétement isolée et forme un cône de soulèvement au milieu d'une plaine silurienne de cinq à six lieues de rayon. Et ce qui nous confirme dans notre opinion que le granite euritique a donné naissance à la phosphorite, c'est que celle-ci se trouve dis-

(1) Un autre gisement d'apatite que nous avons à Jumilla (province de Murcie) se trouve, suivant les différents auteurs qui l'ont étudié, au milieu de roches ignées essentiellement volcaniques.

séminée sur tout le périmètre de la base du cône avec de nombreux indices de métamorphismes (dont nous avons déjà parlé en traitant des caractères minéralogiques). Mais où les effets de l'action ignée sont plus patents, plus clairs, et se présentent sur une plus grande échelle, c'est dans la roche de contact qui autrefois fut du schiste argileux commun et aujourd'hui est transformée en véritables mâcles et estaurotides; cette roche a une inclinaison de 60°.

Sans trop s'aventurer, on peut supposer que la deuxième éruption euritique dégageant l'acide carbonique du carbonate de chaux primitif prépara la chaux à se combiner avec l'acide phosphorique, celui-ci procédant, soit des réactions occasionnées par l'éruption, soit de l'acide phosphorique disséminé à cette époque à la surface du globe, et provenant de l'immense végétation que développait la chaleur terrestre, alors bien plus considérable qu'aujourd'hui. Notre opinion paraît d'ailleurs se corroborer de ce fait que chaque jour on découvre sur le globe des combinaisons d'acide phosphorique plus nombreuses et plus importantes qu'on ne l'avait cru jusqu'alors et qu'elles sont presque toujours superficielles (on n'a en effet jamais rencontré les phosphates métalliques à une profondeur de 80 ou 100 mètres).

Enfin signalons un fait intéressant au point de vue géologique (quoique étranger à la phosphorite) : l'abondance des eaux potables que dans un court périmètre renferme la montagne de San-Cristobal ; elle renferme en effet un nombre de sources plus considérable que tout le reste du bassin, ce qui indique qu'elle est reliée par des fentes non interrompues, ou siphons souterrains, avec les roches trappéennes contemporaines de la montagne de Guadalupe qui par son élévation et sa position, eu égard à la montagne de San-Cristobal, paraît lui envoyer par infiltration des cours d'eaux qui donnent lieu à de véritables sources ascendantes naturelles.

Nous pourrions nous borner à transcrire les analyses de la phosphorite de Logrosan qu'il y a beaucoup d'années MM. Pelletier et Donadei ont publiées dans les *Annales de chimie*, t. VII; mais, ayant vu dans un récent rapport qu'on avait trouvé dans la phosphorite des substances qui jusqu'à ce jour ne s'y étaient jamais rencontrées, et qui à notre avis ne peuvent s'y trouver, parce que les éléments les plus vulgaires de la science s'y opposent, nous avons cru devoir répéter cette analyse.

Le résultat, comme on devait l'espérer, a été très semblable à celui qu'ont obtenu les chimistes précités, et, si la concordance

n'est pas complète, cela provient sans doute de la différence de pureté du minerai qu'on a choisi, peut-être encore de la marche qu'on a suivie dans l'analyse.

Nous avons trouvé que la phosphorite de Logrosan contient 80 pour 100 de phosphate basique de chaux et que sa composition est la suivante :

Acide phosphorique. .	40,12
Silice et argile. . . .	3,10
Acide chlorhydrique. .	0,06
Acide fluorhydrique. .	2,27
Chaux.	53,50
Peroyde de fer. . . .	0,61
Perte.	0,79
Total. . . .	100,45

M. Albert Gaudry, secrétaire, communique la note suivante :

Étude des modifications de l'étage callovien et preuve de l'existence de cet étage aux environs de Châtel-Censoir; par M. Ébray.

On sait que l'existence de l'étage oxfordien inférieur (étage callovien, d'Orb.) a été révoquée en doute par les observateurs qui ont écrit sur les environs de Châtel-Censoir, et que l'étage oxfordien supérieur a été l'objet de nombreuses discussions. M. Cotteau, en effet, termine la grande oolithe de Châtel-Censoir aux silex rubanés inclusivement, et prétend que l'étage corallien est venu se déposer directement sur cet étage. M. Raulin, au contraire, range dans l'étage oxfordien toute la base de l'étage corallien de M. Cotteau. Ces deux géologues sont cependant d'accord sur l'absence de l'étage callovien.

L'étude de cette question mérite l'attention des géologues ; car la suppression complète de l'étage oxfordien supérieur et de l'étage callovien au milieu de la série jurassique constituerait un fait anormal dans les affleurements des dépôts qui forment le bassin appelé ordinairement bassin anglo-parisien. J'ai donc cherché à résoudre la difficulté, en partant d'une localité où les étages présentent des caractères parfaitement tranchés connus de tout le monde, et en suivant pas à pas les couches vers les localités litigieuses. J'ai choisi Nevers comme point de départ, parce que les environs de cette ville me sont parfaitement connus, et que la Société

géologique a pu voir par elle-même qu'il n'existe aucune ambiguïté sur la présence et l'importance de l'étage callovien dans cette localité ; je me suis dirigé ensuite successivement vers l'E., vers l'E.-E.-N. et vers l'E.-N.-N.

Étage callovien des environs de Nevers.

La composition de l'étage callovien des environs de Nevers est suffisamment connue. Dans ma note sur les transports du *Dysaster* (*Collyrites*) *ellipticus*, je divise l'étage callovien en trois assises :

1° Assise supérieure : sables et calcaires à chailles à *Collyrites niversensis* (*elliptica*) ;

2° Assise moyenne : calcaires argileux à *A. coronatus ;*

3° Assises inférieures : marnes à oolithes ferrugineuses et bancs sublamellaires subordonnés (*A. macrocephalus*).

Ces dernières assises reposent sur les premières couches oolithiques ou à cassure conchoïdale de la grande oolithe dont la partie supérieure a été perforée et usée. Au-dessus des dernières couches de la grande oolithe (1) se remarquent aux Montapins et aux Coques un système argileux et des bancs sublamellaires subordonnés, qui eux-mêmes présentent des surfaces usées par les flots, et couvertes d'Huîtres et de Serpules. Les oolithes ferrugineuses qui se remarquent au parc de Nevers et aux Montapins ne présentent pas de constance, même quand on considère des gisements assez rapprochés. Dans ces premières localités, les oolithes ferrugineuses sont abondantes, tandis qu'aux Coques elles sont remplacées par des amas ou des veines ferrugineuses. A mesure que l'on s'élève dans cette masse d'argile, l'élément ferrugineux diminue ; la roche se stratifie peu à peu, devient plus calcaire, et finit par offrir de véritables bancs qui à la surface du sol sont blanc jaunâtre, mais dont la couleur normale est le bleu, quelquefois très foncé. Lorsque ces bancs sont traversés à une certaine profondeur, on y remarque souvent de petits amas de cristaux de sulfure de fer qui se transforme bientôt

(1) Je désigne ici, par grande oolithe (*great oolite*), les couches oolithiques qui s'observent à la Chapelle-Saint-André, à Dornecy, à Andryes, Avrigny, etc. Elles sont généralement peu fossilifères, très oolithiques, et elles donnent des matériaux de construction très estimés ; la grande oolithe repose sur des marnes ou calcaires très marneux qui contiennent la *Pholadomya Vezelayi*.

en sulfate au contact de l'air ; ce sulfate soluble est entraîné au loin et modifie la nature de la roche. Les fossiles sont très nombreux dans la partie inférieure de ces assises ; on y rencontre des *Amm. macrocephalus*, *Hyboclypus gibberulus*, *Collyrites elliptica*, *Clypeus Davoustianus*, *Nucleolites clunicularis* (1), *N. conicus*, Cott., *Terebratula pala*, *T. digona*, *T. Chauviniana*, *Clypeus Agassizii*, *Holectypus depressus* (deuxième niveau), *A. anceps*, *Backeriæ*, etc.

La partie supérieure de cette marne contient peu de fossiles, et elle est surmontée par les bancs épais des carrières de Nevers. Ces bancs sont argilo-calcaires, mais l'élément calcaire domine ; on y remarque des lignes régulières de silex gris. Les fossiles sont assez abondants dans ces couches ; ce sont surtout des *A. anceps* et *coronatus* (*Banksii?*), presque toujours adultes. Le *Collyrites elliptica* s'y rencontre avec une légère modification [*Collyrites nivernensis* (*elliptica*)]. Les ambulacres remontent plus haut vers le sommet antérieur, et la forme générale est plus comprimée. Le calcaire à chailles qui couronne l'étage callovien et que l'on peut étudier dans les carrières se sépare assez nettement des gros bancs ; il est surtout caractérisé par une prodigieuse quantité de *Collyrites nivernensis* (*elliptica*), par la *Terebratula bicanaliculata*, l'*Ostrea dilatata* (petite variété). Sur certains points (vers Soulangy et Germigny), lorsque l'élément siliceux diminue accidentellement, on voit apparaître des *Amm. Lamberti*, *pustulatus*, *Mariæ*. Les silex sont jaunes, la teinte est uniforme, et ils sont souvent régulièrement distribués en plaquettes de 0,15 à 0,20 d'épaisseur (puissance de l'étage : partie inférieure, 40 mètres ; partie moyenne, 30 mètres ; partie supérieure, 5 mètres).

Au-dessus de ces assises supérieures qui portent l'empreinte de courants violents et destructeurs (2) se rencontre l'oolithe ferrugineuse oxfordienne avec *Amm. cordatus*, *perarmatus*, etc.

L'existence de bancs usés par les flots et pétris d'Entroques situés au milieu d'un système argileux démontre une mer oscillatoire, variable et sillonnée par des courants intermittents. Cette époque fut suivie d'une époque plus stable, pendant laquelle les eaux devaient être très profondes, ce qui est attesté par les cépha-

---

(1) Deuxième niveau ou horizon.

(2) Les effets de ces courants, qui se sont opérés à la fin de l'étage callovien, peuvent être étudiés dans la tranchée de l'Aiguillon et dans les carrières en aval de Poizeux.

lopodes toujours adultes, les bancs épais et la finesse des sédiments ; puis de nouveaux phénomènes sont venus encore une fois modifier la situation; car la multitude et la nature des fossiles du calcaire à chailles indiquent une diminution dans la profondeur des eaux.

2° *Modifications observées dans la direction est.*

En se dirigeant vers l'est, on voit l'étage callovien se modifier légèrement ; les oolithes ferrugineuses disparaissent ; car dans les castinières qui entourent le hameau Fay, on rencontre l'*A. macrocephalus* et les bancs sublamellaires avec des couleurs grises ou bleues, sans teintes rubigineuses. Les autres caractères minéralogiques se maintiennent. Les bancs sublamellaires sont pétris de tiges d'Encrines; ils sont usés à leur partie supérieure. Des Huîtres et des Serpules se trouvent attachées à la surface de ces bancs. Les caractères paléontologiques ne varient pas beaucoup; l'*A. macrocephalus* est abondant, mais les échinodermes diminuent, de même que les gastéropodes qui sont représentés aux environs de Nevers par de nombreux Pleurotomaires généralement sans test, et par conséquent peu déterminables.

Les bancs à *A. coronatus* diminuent d'épaisseur vers l'est; mais ils conservent leurs caractères minéralogiques. La partie supérieure devient plus siliceuse, très sablonneuse, et elle augmente de puissance aux dépens de la partie moyenne. On constate ce dernier état dans les déblais qui environnent la route impériale, aux abords du vieux château de Fay situé un peu avant d'arriver à la bifurcation des deux routes.

Les caractères paléontologiques de la partie moyenne et de la partie supérieure sont conformes à ceux que nous avons signalés à Nevers.

En résumé, les modifications qui s'opèrent dans le système que nous étudions sont faibles vers l'est et peuvent s'exprimer ainsi qu'il suit :

1° Diminution de l'élément ferrugineux sous forme oolithique à la base ;

2° Diminution de la puissance de la partie moyenne, constance des caractères minéralogiques et paléontologiques ;

3° Augmentation de la partie supérieure qui devient sablonneuse.

Puissance de l'étage : partie inférieure, 40 mètres; partie moyenne, 10 mètres; partie supérieure, 20 mètres.

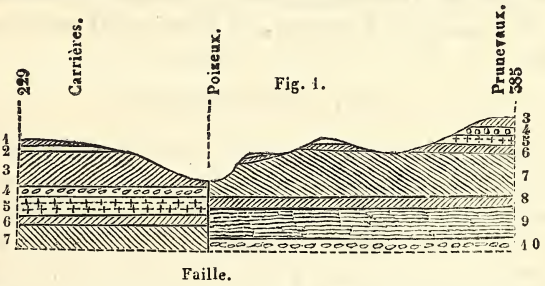
3° *Modifications observées dans la direction N.-E.-E.*

Dans cette direction, les oolithes ferrugineuses disparaissent aussi à la base de l'étage ; déjà à Coulanges, près de Nevers, les bancs sublamellaires sont engagés dans des marnes simplement rubigineuses ; la surface de ces bancs est tapissée d'une couche de fer probablement hydroxydé qui s'étend en veinules dans l'intérieur de la roche. En se dirigeant vers N.-E.-E., les bancs à *A. coronatus* prennent peu à peu une couleur plus blanche, et commencent bientôt, comme à Guérigny, à montrer une texture très finement et très faiblement oolithique ; la partie supérieure devient sablonneuse et se charge d'une grande quantité de silice.

A mesure que l'on se rapproche de Poizeux, la texture oolithique des assises moyennes devient plus apparente, et les carrières les plus rapprochées de Poizeux permettent de constater ce nouvel état ; car les bancs inférieurs sont entièrement oolithiques. Une faille (1) vient probablement interrompre brusquement la succession régulière des étages et ne permet pas de suivre plus loin les modifications.

J'ai cependant rencontré sur une des hautes collines des environs de Prémery (montagne de Prunevaux) des lumachelles à *Terebratula pala* qui appartiennent à la base du système que nous étudions, et qui sont pétries de fossiles empâtés dans une roche à cassure conchoïdale.

La coupe suivante donne la situation de ces dernières couches.



1. Oxfordien. — 2. Fer oolithique (2). — 3. Étage callovien. — 4, 5, 6, 7, 8, 9. Systèmes marneux et oolithiques de la grande oolithe. — 10. Oolithe ferrugineuse.

(1) Les irrégularités qui s'observent dans la succession des couches aux environs de Poizeux proviennent probablement d'une faille, dont je ne me suis cependant pas encore assez occupé pour me permettre de répondre de son existence.

(2) Lorsque cette couche a été, par ses affleurements, mise en contact avec les eaux diluviennes, le minerai de fer a été remanié.

Nous voyons qu'en résumé les modifications qui s'observent dans la direction N.-E.-E. peuvent s'exprimer ainsi qu'il suit :

1° Diminution de l'élément ferrugineux à la base ;

2° Transformation des calcaires compactes en calcaires oolithiques (la transformation paraît se faire de bas en haut) ;

3° Constance des caractères des assises supérieures.

Les silex sont jaunes, non rubanés ; attaqués par les courants récents, ils ont été transportés indistinctement sur tous les autres étages où ils sont ramassés pour l'empierrement des routes. On remarque aussi, comme je l'ai déjà signalé, que la partie supérieure de ces assises a été souvent enlevée, par suite des dénudations qui se sont opérées à la fin de l'étage callovien.

Puissance de l'étage : parties inférieures, 30 mètres; parties moyennes, 40 mètres; parties supérieures, 15 mètres.

Les caractères paléontologiques ne varient pas ; le nombre des fossiles diminue vers le N.-E.-E.

4° *Modifications observées dans la direction N.-N.-E.*

Nous marcherons sur la direction des couches calloviennes, et nous ne les abandonnerons qu'à Châtel-Censoir. Notre étude embrassera environ une étendue de 80 kilomètres. Dans cet espace, l'étage callovien se modifie beaucoup ; car à Châtel-Censoir il est méconnaissable, au premier abord. J'étudierai principalement les environs de Tronsanges, ceux de Donzy, d'Entrains, de la vallée du Sauzay, de Thurigny, de Clamecy, et enfin de Châtel-Censoir.

Environs de Tronsanges.

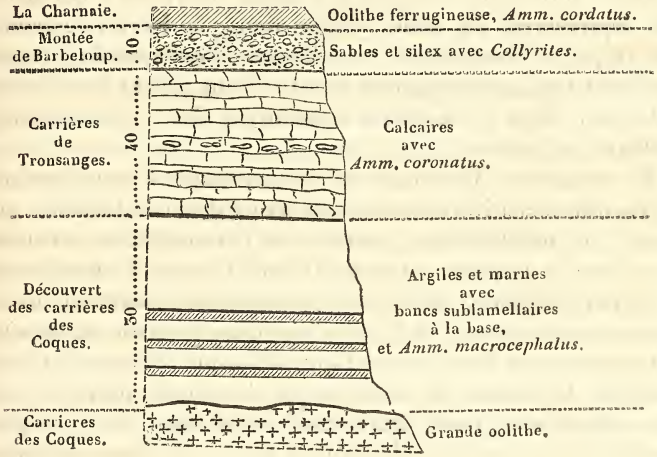
Les assises inférieures à *A. macrocephalus* peuvent s'étudier dans le découvert des carrières des Coques. La grande oolithe est représentée par un calcaire oolithique et sublamellaire dont la partie supérieure présente des traces de perforations. Au-dessus s'observe la masse argileuse qui sert de base à l'étage callovien. Les bancs durs subordonnés à cette argile traversent cette masse assez régulièrement ; mais ils sont minces, et constituent ici un calcaire gélif traversé de veinules de fer et n'offrant pas une cassure sublamellaire bien prononcée. Les caractères paléontologiques ne varient pas ; on y rencontre des *A. anceps*, *macrocephalus*, *hecticus*, *Collyrites elliptica*, etc.

L'épaisseur de ces marnes paraît très importante, et c'est au-dessus d'elles que se développent les assises moyennes dont l'en-

semble a été entaillé par les exploitations de la vallée de Tronsanges. Les calcaires sont, comme à Nevers, exploités pour les constructions, et ont la même couleur et la même composition chimique que ceux de cette dernière localité. Nous avons vu que le découvert des carrières de Nevers présente des noyaux siliceux allongés et entourés d'une enveloppe calcaire. En se dirigeant vers Tronsanges, ces noyaux deviennent de plus en plus abondants ; la roche qui les entoure se charge peu à peu de silice. Ce dernier état se constate facilement à la vallée de Barbeloup où l'on voit les silex en place reposer sur les assises moyennes.

La coupe théorique suivante donne la nature et la composition de ces différentes assises :

Fig. 2.



De Nevers à Tronsanges, l'étage callovien ne se modifie pas sensiblement : l'élément ferrugineux diminue à la base et l'élément siliceux augmente au sommet.

Environs de Donzy.

Cette situation se maintient sans changements sensibles jusqu'à Donzy ; mais, au nord de ce chef-lieu de canton, des changements importants et gradués se remarquent dans les dépôts de l'étage callovien.

Nous étudierons ces modifications suivant deux directions, en

nous dirigeant de Donzy vers Menou, Corbelin, Clamecy, Châtel-Censoir, puis en partant de Donzy et en nous dirigeant vers Entrains, Andryes, Châtel-Censoir.

Dans la direction de Corbelin, on voit, sur le chemin de Donzy à Colmery, les silex se masser et affecter des allures plus régulières ; on commence à apercevoir sur quelques individus des rudiments de teintes régulières qui constituent un premier acheminement vers les silex rubanés; les bancs sous-jacents deviennent blancs et finement oolithiques ; cependant les oolithes sont tellement fines qu'elles peuvent à peine être discernées à la loupe. Cet état s'observe dans les carrières situées sur le versant droit du ruisseau de Talvane où l'on recueille les fossiles caractéristiques de ces couches. Les marnes que l'on voit sortir de dessous ces bancs, à proximité de cette même carrière, sont blanches, friables, fortement calcaires. Les bancs inférieurs à ces marnes qui représentent les bancs sublamellaires de Nevers deviennent oolithiques et commencent à se charger de quelques bryozoaires. Les fossiles qui accompagnent ces bancs sont surtout des *Terebratula pala*. Dans les argiles se rencontrent des *A. macrocephalus*, *Collyrites ellipticus*.

En comparant l'ensemble de ces caractères à ceux que nous avons observés à Nevers, nous apercevons déjà une tendance marquée à la modification, comme nous l'avons dit, un acheminement vers la situation extrême de Châtel-Censoir. La modification n'est pas complète ; car les assises moyennes conservent une apparence subcompacte, et les silex supérieurs sont loin de présenter un rubanement aussi complet que celui qui s'observe à Châtel-Censoir. Les fossiles ne nous ont pas abandonnés jusqu'ici ; mais on constate une grande diminution numérique. En se dirigeant vers Corbelin, on quitte bientôt les traces de l'étage callovien ; car les bancs se relèvent fortement vers la faille de Menou qui met en contact le calcaire à Entroques avec les bancs inférieurs de l'étage corallien.

Après avoir dépassé cet accident géologique dont il est inutile de s'occuper ici (1), et après avoir franchi quelques assises à *A. biplex* qui sortent de dessous les traces du coral-rag dont nous avons parlé, on rencontre de nouveau les silex de la partie supérieure de l'étage callovien. Ces silex peuvent très bien s'étudier dans une petite carrière à gauche de la route de Menou, et située à l'en-

(1) *Etudes géologiques sur le département de la Nièvre*, par Th. Ébray (J.-B. Baillière et fils).

trée d'une faible dépression qui aboutit vers les Bardins ; ils diffèrent encore de ceux de Châtel-Censoir, mais le rubanement est déjà très apparent. Le *collyrites nivernensis* (*elliptica*) a complétement disparu ; cependant on retrouve heureusement dans les bancs inférieurs les *A. coronatus*, *anceps*, qui caractérisent la partie moyenne de l'étage callovien. Cette remarque est importante ; car elle nous montre qu'après avoir perdu les traces de ces couches, par suite de la faille de Menou, sur un espace de 5 à 6 kilomètres, nous retrouvons les caractères paléontologiques pour nous guider. D'ailleurs, le terme E. de Donzy et celui de l'origine de la vallée du Sauzay ne diffèrent pas d'une manière fort notable sous le rapport lithologique, et le passage d'un de ces termes à l'autre ne laisse aucune incertitude, même au stratigraphe et au minéralogiste.

Vallée du Sauzay.

En descendant la vallée du Sauzay, on voit, sur le flanc gauche de la route qui a attaqué le pied du coteau, les bancs se redresser légèrement dans la direction de la vallée. A l'exception de quelques petits accidents, les couches se succèdent très régulièrement.

Les calcaires finement oolithiques, situés sous les chailles, continuent à affleurer avec quelques alternances de bancs argileux, à cassure conchoïdale, jusqu'à la marnière de Corbelin où l'on voit des bancs sublamellaires, suboolithiques, avec bryozoaires nombreux, reposer sur les argiles à *A. macrocephalus*. Ces bancs contiennent de véritables lumachelles à *Terebratula pala*. Les fossiles ne cessent pas d'être nombreux dans ces couches, et ce sont les mêmes que ceux qui se remarquent dans les couches analogues de Nevers (*A. macrocephalus*, *Collyrites elliptica*, *Nucleolites clunicularis*, etc.).

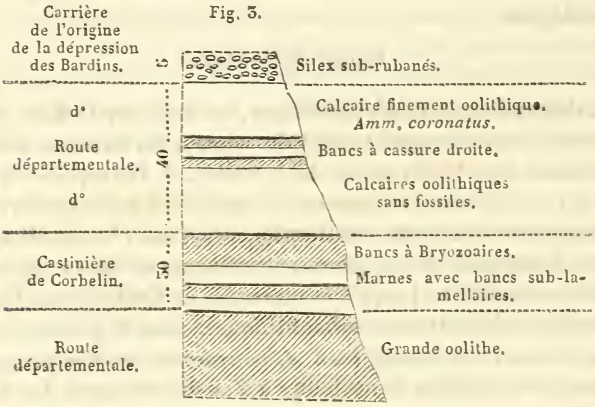
Ces marnes reposent vis-à-vis du château de Corbelin sur les premiers bancs à cassure conchoïdale de l'étage bathonien, qui eux-mêmes se redressent légèrement vers le N.-E., en permettant à une grande partie du *great oolite* (1) d'affleurer ; puis vient la petite faille de Corbelin qui met en contact le *great oolite* avec les marnes de la castinière.

A partir de ce dernier point, on marche constamment sur les assises puissantes de la grande oolithe, de l'oolithe inférieure et

(1) J'emploie avec intention ce terme pour ne pas confondre la grande oolithe (étage) avec la partie oolithique de ce système (*great oolite*), et spécialement l'oolithe de Minchinhampton.

du lias supérieur, jusqu'à la rencontre de la grande faille de Chevannes qui encore une fois fait affleurer le coral-rag à la suite du lias supérieur. Vers Clamecy, les couches se redressent, et font apparaître la même série que nous venons d'étudier dans la vallée du Sauzay. Cette série offre les mêmes caractères minéralogiques que celle que nous venons de décrire; cependant la forme oolithique est plus développée, le rubanement des silex est plus apparent, et il y a pénurie de fossiles dans les parties supérieures de l'étage.

Le croquis suivant donne la disposition des couches de la vallée de Corbelin suivant la route départementale.



L'existence de bancs sublamellaires englobés dans le système marneux, la présence d'une prodigieuse quantité de bryozoaires dans les couches qui reposent sur la marne, indiquent, comme à Nevers, une mer variable, à fond oscillant, et sillonnée par des courants de longue durée; puis le calme s'est rétabli. Les couches régulières, finement oolithiques et sans fossiles, des assises moyennes de l'étage, dénotent l'existence d'une mer profonde et calme; enfin le calcaire à chailles prouve la naissance subite d'une force particulière qui a agi sur de grandes étendues, puisque les silex se sont montrés jusqu'ici au même niveau géologique d'une manière non interrompue.

Environs de Thurigny.

Si, au lieu de traverser la faille de Chevannes vers Oisy, nous la traversons à Thurigny, il nous sera possible d'étudier avec la plus grande précision toute la succession des couches de l'étage callovien. En effet, le chemin vicinal de Varzy à Tannay a entamé toutes les couches du coral-rag, de l'étage oxfordien supérieur et de l'étage que nous étudions. Des carrières nombreuses nous permettront d'analyser en détail les marnes à *A. macrocephalus*, et de constater les oscillations curieuses du sol qui se sont opérées non-seulement à la fin de l'étage bathonien, mais aussi pendant la formation de ces argiles.

A la suite du lias moyen qui occupe le versant ouest de la vallée de Cuncy-lès-Warzy se rencontre le coral-rag ; j'ai expliqué la position normale de cet étage par une faille qui peut se suivre sur une grande longueur. Le coral-rag se redresse vers l'est et laisse affleurer les couches oxfordiennes, sur lesquelles nous reviendrons probablement dans un autre travail.

Le calcaire à chailles apparaît à environ un kilomètre de Thurigny ; on aperçoit la disposition curieuse de ses éléments dans les fossés et dans les empreintes du chemin vicinal. Les chailles sont ici rubanées et presque transparentes ; elles se succèdent avec une régularité remarquable, et ne contiennent que fort peu de fossiles.

Au-dessous, on voit sortir les bancs oolithiques que nous avons constatés dans la vallée du Sauzay ; mais ils sont aussi dépourvus de fossiles. Les quelques bancs marneux à cassure droite que nous avons signalés dans cette dernière localité se retrouvent aussi dans la vallée du Beuvron. Au-dessous de ces bancs, qui ont au plus 2 ou 3 mètres de puissance totale, se développe une deuxième masse oolithique que l'on voit se reposer sur les marnes à *A. macrocephalus* dans les carrières de droite de la petite vallée qui se dirige vers Taimay.

A la jonction de la masse oolithique avec les marnes à *A. macrocephalus* s'observent quelques bancs fossiles marneux qui reposent sur un premier banc dont la surface est usée par les flots, et couverte d'Huîtres et de Serpules. Ce banc repose sur un banc dur sublamellaire, d'environ 1 mètre d'épaisseur. Au-dessous vient une couche de marne de $0^m,80$ qui repose sur un deuxième banc dont la surface est couverte d'Huîtres et de Serpules ; puis vient une nouvelle couche de marne de $0^m,80$ au-dessous de laquelle on

constate un troisième banc couvert d'Huîtres et de Serpules; enfin se remarque une couche de 2 ou 3 mètres de marnes (1) qui reposent sur le premier banc conchoïdal de la grande oolithe qui est lui-même usé et percé par les lithophages.

En dernier lieu se développent les assises puissantes et oolithiques du *great oolite*.

Le croquis ci-dessous, dans lequel l'échelle des hauteurs est beaucoup plus forte que celle des longueurs, donne une coupe suivant une ligne qui relie les deux débouchés du chemin vicinal.

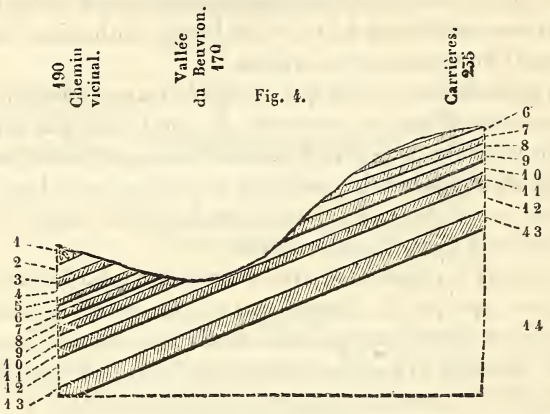


Fig. 4.

1. Calcaire à chailles. — 2. Calcaire oolithique. — 3. Calcaire dur, compacte, à cassure droite. — 4. Calcaire oolithique. — 5. Calcaire fissile. — 6. Premier banc couvert d'Huîtres. — 7. Banc sublamellaire. — 8. Argile. — 9. Deuxième banc couvert d'Huîtres. — 10. Marnes. — 11. Troisième banc à Huîtres. — 12. Argile. — 13. Banc conchoïdal et sublamellaire. — 14. *Great oolite.*

Environs de Clamecy.

En suivant la route de Clamecy à Coulanges, sur la droite de l'Yonne, on remarque une succession de couches entièrement analogues à celle que nous venons de décrire. Aux dernières maisons de Clamecy, on voit les marnes à *A. macrocephalus* reposer sur le banc conchoïdal de la grande oolithe; les couches plongent dans le sens de la rivière, et les assises de l'étage callovien se dé-

(1) J'ai déjà fait remarquer que l'épaisseur des couches argileuses, qui affleurent, est une épaisseur apparente qui augmente en général en s'enfonçant dans le sol. Cette circonstance est l'effet des dénudations.

veloppent le long du coteau; elles offrent les mêmes caractères que ceux qui se remarquent dans la vallée du Beuvron. Au pied de la côte de Basseville, l'oxfordien est supporté par les silex rubanés que l'on peut étudier dans les déblais de la route.

Si, à partir de la vallée du Sauzay et de la vallée de Thurigny, les modifications minéralogiques ne sont pas très marquées et consistent dans un développement plus grand de la forme oolithique, il y a lieu cependant de faire observer qu'à mesure que l'on se rapproche de Châtel-Censoir les fossiles deviennent de moins en moins abondants. En se dirigeant vers cette dernière localité, sur la rive droite de l'Yonne, on voit, à partir de Basseville, les couches plonger légèrement dans la direction de Coulanges où l'on rencontre encore le coral-rag inférieur; mais, à quelque distance de cet endroit, le régime change et le redressement se fait vers Châtel-Censoir. Ce changement dans l'inclinaison provient sans doute du changement de la direction de la rivière et de la vallée.

On voit, à quelque distance en aval de Lucy-sur-Yonne, les couches oxfordiennes sortir sous forme de calcaires gris à *A. biplex.* Après avoir marché sur ces couches pendant plusieurs kilomètres, on rencontre en amont de Châtel-Censoir les silex rubanés sur lesquels reposent les calcaires oxfordiens. Ces silex sont les mêmes que ceux qui se rencontrent aux environs de Clamecy, de Thurigny et de la vallée du Sauzay; puis, en remontant la vallée d'Asnières, on voit les couches se redresser régulièrement vers le sud et présenter des affleurements de plus en plus anciens. Au-dessous des silex rubanés se remarquent de puissants dépôts de calcaires finement oolithiques et sans fossiles; ce sont évidemment les couches dont nous avons suivi les traces et qui représentent l'étage callovien moyen.

Vis-à-vis du moulin des Alouettes, sur la rive droite du ruisseau qui descend d'Asnières, se remarquent, dans une petite carrière au-dessus des bancs à cassure conchoïdale de l'étage bathonien, des marnes grises, avec bancs sublamellaires subordonnés, occupant surtout la base. Ces marnes contiennent principalement la *Terebratula pala*, *Nucleolites clunicularis*, plus rarement l'*A. macrocephalus;* elles supportent les calcaires finement oolithiques de l'étage callovien moyen, et représentent sans aucun doute la base de l'étage que nous avons suivi jusqu'à Châtel-Censoir.

Nous voyons donc aux environs de cette dernière localité l'étage callovien composé comme aux environs de Nevers : à la partie supérieure des silex, à la partie moyenne des bancs compactes, à la

base des argiles avec bancs sublamellaires subordonnés. Les silex irréguliers de Nevers se modifient peu à peu, et finissent, en passant par des variations insensibles, par devenir les silex rubanés de Châtel-Censoir. Les bancs argilo-calcaires jaunâtres des carrières de Nevers blanchissent d'abord, puis prennent une apparence crayeuse, deviennent ensuite finement suboolithiques, comme aux environs de Menou, et finissent par présenter l'aspect régulièrement oolithique, comme à Thurigny et à Châtel-Censoir. Les couches inférieures, toujours marneuses, perdent rapidement leurs oolithes ferrugineuses; les bancs subordonnés deviennent oolithiques, conservent parfois leur cassure sublamellaire, et se chargent souvent, comme vers Corbelin, d'une prodigieuse quantité de bryozoaires (1).

Partout ces bancs subordonnés aux argiles à *A. macrocephalus* offrent des surfaces usées, couvertes d'Huîtres et de Serpules, comme les surfaces de la partie supérieure du *great oolite*. Nous avons recherché les traces de l'étage callovien, en partant de Donzy et en nous dirigeant vers Corbelin. Si, au lieu de suivre cette direction, nous nous étions dirigé vers Andryes, nous aurions pu observer les mêmes modifications ; le rubanement des silex se fait un peu plus tardivement dans cette direction; les bancs sublamellaires commencent à se charger de bryozoaires à Meneheau où l'on peut suivre ces bancs sur le flanc droit de la dépression qui conduit aux Grandes-Herbes. Les fossés de la route d'Étais à Andryes permettent d'étudier les relations du calcaire à chailles et des calcaires oolithiques à *A. coronatus* (2).

Je termine en faisant remarquer qu'il résulte de cette étude que si les bancs oolithiques des carrières d'Andryes, d'Avrigny, de Coutarnaux, de Pisy, etc., représentent la grande oolithe de Minchinhampton, comme cela paraît résulter de tous les travaux connus jusqu'à ce jour, les marnes à *A. macrocephalus* avec leurs bancs représenteraient le Bradford-clay, le forest-marble et le cornbrash ; les calcaires oolithiques supérieurs avec les chailles seraient les équivalents du *Kelloway's-rock*.

L'existence de bancs sublamellaires couverts d'Huîtres et de Serpules, situés au-dessus du banc perforé de la grande oolithe, démontre que, sous le rapport stratigraphique, il n'existe pas de

---

(1) On sait que les bryozoaires et les Entroques indiquent l'existence de courants sous-marins.

(2) Il ne faut pas confondre ce calcaire à chailles avec celui des Bretignelles qui se trouve à la limite du corallien.

limites bien nettes entre la grande oolithe et les bancs à *A. macrocephalus*, que l'époque oscillatoire a été longue, que le calme s'est rétabli peu à peu, et que, par conséquent, il y a transition entre les assises à *Amm. macrocephalus* et le *Kelloway's-rock*.

Sous le rapport paléontologique, je vois les *Amm. macrocephalus*, *Herveyi*, *bullatus*, *Backeriæ*, *hecticus*, se reproduire dans la grande oolithe (1) ; je vois le *Nucleolites clunicularis*, très abondant dans ce dernier étage, passer par toutes les assises de l'étage callovien et se rencontrer en abondance dans les chailles; l'*Holectypus depressus*, fossile encore très abondant dans la grande oolithe, se rencontre en moins grande abondance dans les marnes à *A. macrocephalus*. Les formes des autres mollusques se rapprochent aussi ; la *Terebratula pala* et la *T. digona* offrent deux types bien rapprochés.

Lors donc que l'on voit des caractères minéralogiques se ressembler tellement qu'ils ont été capables d'induire en erreur des géologues distingués, et que les principaux fossiles de deux formations se mélangent de manière à dérouter, même localement, la science, on conçoit pourquoi il peut venir à l'esprit de diviser la période jurassique, en deux parties (2) : l'une inférieure, qui comprend tous les étages jurassiques, l'étage callovien inclusivement; l'autre, supérieure, qui comprend l'étage oxfordien supérieur, le coral-rag, le kimméridgien et le portlandien. On conçoit aussi pourquoi l'étage callovien serait, dans beaucoup de cas, appelé avec plus de raison bathonien supérieur qu'oxfordien inférieur.

Séance du 30 janvier 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,

Vice-Président.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

---

(1) En général en moins grande abondance.
(2) *Le Jura*, par Quenstedt.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Davidson, *A monograph of British carboniferous brachiopoda*, part V, 2th portion (from *the Palæontographical Society*); in-4. London, 1858.

De la part de M. A.-F. Noguès, *Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XVI, p. 769 et suiv.).

De la part de M. G.-V. Helmersen, *Die salzseen Bessarabiens und der Einbruch des schwarzen Meeres in dieselben im jahre* 1850 (extr. des *Mélanges physiques et chimiques*, t. III), in-8, pp. 556-595, 1 carte, 1859.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 3 et 4.

L'Institut, nos 1359 et 1360, 1860.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, no 12, décembre 1859.

Mémoires de la Société d'agriculture, etc., du département de la Marne, année 1859.

Société impériale d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes, 11e année, no 5, novembre 1859.

The Athenæum, nos 1682 et 1683, 1860.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, XIe vol., 2e cahier, février, mars, avril 1859.

Wurttembergische naturw. Jahreshefte, 1860, no 1.

Revista minera, t. XI, no 232, 15 janvier 1860.

The American Journal of science and arts, by Silliman, t. XXIX, janvier 1860, no 85.

M. le Président lit une lettre par laquelle Son Excellence M. le Ministre de l'Instruction publique annonce qu'il continue à accorder une subvention annuelle de 1000 francs à la Société géologique.

La Société prie M. le Président d'être l'interprète de sa reconnaissance auprès de M. le Ministre de l'Instruction publique.

M. le Président rappelle que, d'après une décision prise dans la dernière séance, la Société a été convoquée à l'effet de déli-

bérer sur la question de savoir s'il convient de porter de trois à cinq le nombre des membres composant la Commission du Bulletin.

Après avoir régulièrement constaté que le nombre des membres présents est bien celui exigé par l'article 12 du Règlement administratif, M. le Président met aux voix la question.

La Société décide, à la suite d'une discussion à laquelle prennent part plusieurs membres, que le nombre des membres composant la Commission du Bulletin sera porté de trois à cinq.

M. Hébert communique, au nom de M. Lory, la note suivante :

Nouveaux documents sur les grès de la Maurienne et des Hautes-Alpes (*Lettre à M. Hébert*); par M. Ch. Lory.

... Je vous prie de communiquer à la Société géologique une heureuse découverte de fossiles qui me paraît devoir hâter la solution de plusieurs difficultés de la géologie alpine, et qui vient confirmer des présomptions auxquelles je ne pouvais jusqu'ici donner un degré suffisant de probabilité scientifique.

M. Louis Pillet (de Chambéry), avec qui j'ai eu l'avantage de faire, au mois d'août dernier, la course des Aiguilles d'Arves, vient de me communiquer des fossiles qu'il a trouvés dans des grès de la vallée de l'Arc, entre Saint-Jean-de-Maurienne et Saint-Michel. Ces fossiles, sur la détermination desquels M. Pillet était resté en suspens, me paraissent être incontestablement deux espèces de Nummulites, que vous trouverez réunies dans l'échantillon que je vous envoie. Ces Nummulites sont dans un *grès à ciment calcaire*, sur la rive gauche de l'Arc, en face et un peu en aval de Saint-Martin-de-la-Porte. Ce grès semble placé à la partie supérieure d'un groupe très puissant de grès et de schistes ardoisiers, que l'on traverse, à partir de ce point jusqu'au village de Saint-Julien, sur un trajet d'environ trois kilomètres ; d'autre part, ce même grès à Nummulites semble s'enfoncer sous la grande masse des calcaires qui forment le défilé, entre Saint-Martin-de-la-Porte et Saint-Michel. Dans le même talus et en contact presque immédiat avec le grès à Nummulites, on trouve un calcaire blanc cristallin, pour l'exploitation duquel on a ouvert une carrière.

Pour arriver aux conséquences qui me paraissent pouvoir être

déduites de la découverte de ces Nummulites, permettez-moi d'entrer dans quelques détails sur le gisement et les relations stratigraphiques du groupe de couches qui les renferme par rapport aux autres groupes de la Basse-Maurienne et du Briançonnais. J'ai visité cette localité il y a deux ans et j'examinai même alors avec une attention particulière les roches diversement colorées et les calcaires blancs cristallins que l'on exploite tout à côté des grès à ciment calcaire qui renferment les Nummulites; mais je n'aperçus alors aucun fossile dans ces grès, pas plus que dans ces calcaires. Je relevai dans cette excursion la série des assises que l'on rencontre de Saint-Jean-de-Maurienne à Saint-Michel, série qui *semble* former une suite d'étages régulièrement superposés les uns au-dessus des autres, en stratification sensiblement parallèle, comme l'ont admis MM. Sismonda et Sc. Gras, et comme l'a confirmé récemment M. Élie de Beaumont dans ses remarques sur le gisement des fossiles du col des Encombres (*Comptes rendus de l'Ac. des sc.*, t. XLV, 7 décembre 1857).

La disposition générale de cette série est indiquée par une coupe de M. Sismonda (*Bull.*, 2e sér., t. XII, p. 632). Bien que cette coupe soit peu détaillée et peut-être un peu théorique, bien que M. Sismonda n'y mentionne pas expressément les puissantes assises de *grès* qui alternent (ou *paraissent alterner*) avec des ardoises et des schistes argilo-calcaires à Saint-Julien et à Villard-Clément, il ne résulte pas moins de ce diagramme et de la note qui l'accompagne que M. Sismonda voit, depuis Saint-Jean jusqu'à Saint-Michel, une suite régulière de dépôts superposés en stratification sensiblement parallèle. Les termes supérieurs de cette série seraient, d'après lui, son assise 4 de calcaire schisteux cristallin, noirâtre, contenant les fossiles du col des Encombres, et l'assise 5 des calcaires compactes qu'il appelle *calcaires de Villette*. Le tout constitue son système anthracifère inférieur qu'il fait correspondre au *lias*; les *calcaires de Villette* seuls pourraient *peut-être* en être détachés et correspondre à la *grande oolithe*. Ces calcaires et toutes les assises précédentes paraissent, comme l'indique la coupe de M. Sismonda, s'enfoncer régulièrement à l'est sous le système des *quartzites*, *poudingues* et *grès à anthracite* de Saint-Michel, que M. Sismonda rapporte à son *système anthracifère supérieur*, *représentant la partie inférieure de l'Oxford-clay*.

Ces conclusions sont confirmées par une nouvelle note de M. Sismonda et les remarques de M. Élie de Beaumont sur le gisement de fossiles du col des Encombres (*Comptes rendus*,

t. XLV, p. 942 et 947). Mais la couche fossilifère paraît être beaucoup plus rapprochée du *système anthracifère supérieur* que ne l'indiquait la coupe précitée, et M. Sismonda ni M. Élie de Beaumont ne font plus mention des *calcaires de Villette* comme assise distincte. « Le gîte fossilifère des Encombres appartient à la » partie *supérieure* du massif très épais de calcaire schisteux gris, » un peu cristallin, que l'Arc traverse dans un défilé entre Saint-» Michel et Saint-Julien... La couche fossilifère ne forme pas tout » à fait l'écorce supérieure de ce puissant massif ; elle est recou-» verte par trente mètres au moins de couches calcaires qui pa-» raissent dépourvues de fossiles... Du sommet du col des Encom-» bres on peut suivre de l'œil, sur une longueur de plusieurs » lieues, la superposition du système anthracifère supérieur sur » le massif calcaire qui contient *vers le haut* le gisement de fos-» siles... » (M. Élie de Beaumont).

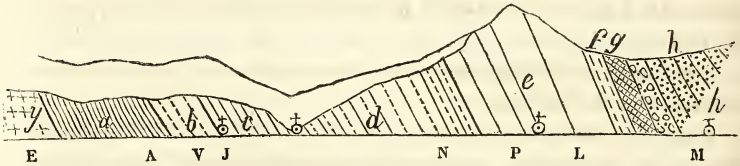
Tout récemment (*Comptes rendus*, 19 sept. 1859), M. Sismonda est revenu encore sur la disposition générale des couches de la Maurienne; il dit que « toutes les roches entre Saint-Jean et le » mont Cenis forment une *voûte renversée* ou un *fond de bateau* » que remplissent les grès à anthracite de Saint-Michel. » Je ferai observer que M. Sismonda ne fait encore, dans cette note, aucune mention explicite des grès situés entre Saint-Jean et le défilé de l'Arc en dessous de Saint-Michel ; en descendant la vallée, à partir de Saint-Michel, où finissent les grès anthraciteux de son *système supérieur*, on rencontre, d'après lui, « le calcaire de » temps à autre changé en gypse et ensuite le calcaire schisteux » alternant avec l'ardoise ; à Saint-Jean le calcaire schisteux » repose sur des roches cristallines... » Cependant nous allons voir, avec M. Sc. Gras, quelle place énorme occupent dans cet intervalle les *grès* qui, depuis la sortie du défilé de l'Arc jusqu'à Saint-Jean, c'est-à-dire sur une traversée de plus de sept kilomètres, ont un développement au moins égal à celui des calcaires schisteux et des ardoises.

Pour M. Sc. Gras, comme pour MM. Élie de Beaumont et Sismonda, toutes les couches entre Saint-Jean et Saint-Michel forment encore une suite régulière et continue d'assises superposées; mais, au lieu de rapporter cet ensemble aux terrains jurassiques, M. Sc. Gras le partage entre quatre étages successifs de son *terrain anthracifère* (*Ann. des mines*, 1854). Du reste, j'ai vérifié, il y a deux ans, l'exactitude des détails pétrographiques qu'il donne sur ces diverses assises et qui peuvent se résumer ainsi qu'il suit (voir la coupe ci-dessous) :

1° De Saint-Jean (bains de l'Échaillon) au pont de l'Arc, *schistes argilo-calcaires à Bélemnites*, *a*, prolongements de la vallée de l'Arvant, reposant sur les terrains cristallisés *y*; — 2° Du pont de l'Arc à Villard-Clément, grande épaisseur de grès schisteux micacés, *b*; — 3° De Villard-Clément à Saint-Julien, longue série *c* de calcaires schistoïdes alternant avec des schistes argilo-calcaires on argileux; — 4° A Saint-Julien commence un nouveau groupe *d* de grès et de schistes ardoisiers alternants, dont l'épaisseur totale est énorme; — 5° « A trois kilomètres environ de » Saint-Julien, on voit ces grès s'enfoncer sous une longue série » de marnes et de calcaires schisteux (*e*). Les marnes immédia- » tement supérieures au grès sont nuancées de taches rouges et » jaunes et paraissent avoir éprouvé des altérations métamor- » phiques; elles passent peu à peu à des calcaires schisteux un » peu sablonneux, de couleur brune, dont l'épaisseur est de 200 à » 300 mètres. Ces calcaires s'enfoncent à leur tour sous des » marnes grises, bleuâtres, très schisteuses; enfin ces dernières » sont couronnées par une puissante assise calcaire qui s'élève, au » col des Encombres, à une altitude de près de 2000 mètres et » dont le prolongement sud constitue le défilé de l'Arc. » (M. Sc. Gras, *mém. cité*, p. 88.)

Toute cette série d'assises est inclinée vers l'est sous un angle qui est, en général, de plus de 45°, et qui devient, en moyenne, de 60 à 70° pour les calcaires du défilé de l'Arc, entre Saint-Martin-de-la-Porte et Saint-Michel. La superposition *apparente* des divers groupes se montre comme je le figure ici :

Coupe du flanc nord de la Maurienne, entre Saint-Jean et Saint-Michel.



E. Bains de l'Échaillon, en face Saint-Jean. — A. Pont de l'Arc. — V. Villard-Clément. — J. Saint-Julien. — N. Emplacement correspondant au gisement des Nummulites sur la rive gauche. — P. Saint-Martin-de-la-Porte. — L. Couches correspondant à l'assise fossilifère des Encombres. — M. Saint-Michel.

y. Terrains cristallisés. — *a*. Schistes argilo-calcaires à Bélemnites. — *b*. Grès schisteux. — *c*. Schistes calcaires et ardoisés. — *d*. Grès alternant avec des schistes ardoisiers; les dernières couches renferment le gisement de Nummulites. — *e*. Groupe calcaire du défilé de l'Arc. — *f*. Schistes bariolés de rouge et de vert. — *g*. Quartzites, grès et poudingues bigarrés. — *h*. Grès à anthracite, avec couches de charbon et empreintes de plantes houillères.

Les grès contenant les Nummulites trouvées par M. Pillet sont à la limite des groupes *d* et *c*. Dans la classification de M. Sc. Gras, ils sont au milieu du *deuxième étage* de son *terrain anthracifère supérieur*. Suivant la classification de MM. Élie de Beaumont et Sismonda, ils feraient partie du système du *lias*, dans lequel ils seraient placés beaucoup *au-dessous* de l'horizon fossilifère du col des Encombres, mais probablement *au-dessus* des couches à Bélemnites et à Ammonites du col des Berches, du bassin de l'Arvant et du col de la Magdeleine.

Dans une opinion contraire, les mêmes calcaires *e* du défilé de l'Arc sont encore classés dans le *lias* par M. Favre, en admettant que les terrains du col des Encombres sont renversés (*Mém. sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie*, p. 67, fig. 18). D'après M. Favre, ces calcaires, comprenant la couche à fossiles du *lias*, seraient renversés eux-mêmes sur le *terrain jurassique*, composé *d'ardoises* noires associées à des *grès* et à des schistes calcaires. Ces *grès* et ces *ardoises* me paraissent correspondre précisément aux roches semblables du groupe *d* de notre coupe, et les Nummulites sont, comme nous l'avons dit, à la limite des groupes *d* et *e*. La découverte des fossiles me paraît confirmer pleinement la réalité du renversement admis par M. Favre, et déterminer la véritable classification de ce groupe de couches *d* qu'il était réduit à indiquer vaguement comme *terrain jurassique* indéterminé, faute de données paléontologiques.

Je ne peux donner, pour le moment, qu'une coupe générale de la disposition stratigraphique *apparente* des divers groupes de la Maurienne; mais d'ailleurs cette coupe, comme on le voit par ce qui précède, s'accorde complétement, pour les indications *pétrographiques* avec les détails donnés par MM. Élie de Beaumont, Sismonda, Sc. Gras et Alph. Favre, dans leurs travaux les plus récents.

Cette série de groupes présente désormais *quatre jalons paléontologiques :* 1° les *plantes fossiles du terrain houiller* à Saint-Michel et au col des Encombres ; 2° les *fossiles du lias* (espèces du *lias moyen* et du *lias supérieur* réunies) dans la couche des Encombres, comprise dans la partie de l'ensemble calcaire *e* qui se rapproche le plus des grès à plantes houillères; 3° les *Nummulites* dans le groupe *d*, à la limite du groupe *e*; 4° des Bélemnites et des Ammonites du *lias* dans les schistes argilo-calcaires *a*. On pourrait ajouter qu'un peu plus au midi, dans l'Oisans, on trouve encore entre le lias schisteux *a* et les terrains cristallisés *y*, ou même *intercalés en apparence* dans ces derniers, des *grès à an-*

thracite entièrement semblables à ceux de Saint-Michel et qui renferment aussi, comme on le sait, les *plantes fossiles du terrain houiller.*

Ces données suffisent, je crois, pour qu'on soit *certain* que la suite des divers groupes compris entre Saint-Jean et Saint-Michel *n'est pas une série régulière d'étages superposés;* il me semble qu'il doit y avoir là une stratigraphie très compliquée qu'il s'agit de débrouiller ; et pour la débrouiller *on ne peut s'appuyer que sur les données paléontologiques.* Des données de ce genre manquent encore complétement pour les groupes *b* et *c*, pour une grande partie des calcaires *e*, pour les assises *f* et *g*, qui seraient du *trias*, d'après M. Favre. Jusqu'à plus ample information, je n'essaierai pas de substituer à la coupe ci-dessus, qui est l'expression pure et simple des faits stratigraphiques *apparents*, une coupe théorique explicative qui serait nécessairement incertaine.

Il me paraît *probable* que tout le groupe des grès *d* appartient à la formation nummulitique; la série des couches serait en *superposition renversée*, entre Saint-Julien et Saint-Michel ; et les Nummulites se trouveraient ici, comme c'est le cas ordinaire, dans les assises les plus anciennes du terrain nummulitique. Quant aux groupes *b* et *c*, je suis porté à croire, sans pouvoir en donner des preuves positives, qu'ils sont régulièrement superposés au *lias schisteux a* et qu'ils appartiennent encore au terrain nummulitique.

L'ensemble de roches calcaires *e* que je considère comme *renversé* sur les grès à Nummulites comprend peut-être encore quelques couches qu'il y aura lieu de distraire des terrains jurassiques et de rapprocher de la formation nummulitique. Mais tout porte à penser que la presque totalité de ce groupe calcaire *e* appartient au même système que celle de ses assises qui renferme les fossiles des Encombres, c'est-à-dire au système du *lias.*

La position des *grès à anthracite h*, *à empreintes houillères*, *au-dessus* du *lias e* me paraît dès lors devoir s'expliquer comme la position de celui-ci *au-dessus* des *grès à Nummulites*, c'est-à-dire par le renversement général de l'ensemble. Je ne vois rien qui s'oppose à ce que l'on considère ces *grès à anthracite* comme appartenant au *terrain houiller;* et j'adopte entièrement l'opinion exprimée par M. Favre pour les terrains du col des Encombres, prolongements de ceux-ci. Je dirai cependant que le classement des assises *f* et *g* dans le *trias* me paraît devoir être considéré comme simplement *hypothétique*, tant qu'il ne sera pas appuyé par quelque preuve paléontologique.

Les divers groupes de la vallée de l'Arc que nous venons d'étudier entre Saint-Jean et Saint-Michel se prolongent vers le midi en conservant une constance bien remarquable dans leurs rapports *apparents* de superposition. En allant directement de Saint-Michel au Monestier-de-Briançon, par Valloires, Bonnenuit, le col de la Ponsonnière, on peut suivre pas à pas les relations des calcaires compactes (*e*), prolongements directs du *lias* des Encombres, avec les *quartzites* et *poudingues bigarrés* (*g*) et les *grès à anthracite*, *à flore houillère* (*h*), qui prennent de ce côté un développement énorme, dans les massifs du mont Thabor et du Chardonnet. En faisant ce trajet, on voit généralement, à sa droite, ces trois groupes *e*, *g*, *h*, dans les mêmes conditions de superposition qu'à Saint-Michel, mais dans une position qui est souvent très voisine de la verticale ; et à sa gauche, dans les crêtes qui séparent Bonnenuit de Névache, on trouve les *grès à anthracite* recouverts incontestablement par une série d'assises de *poudingues bigarrés*, de *quartzites*, de *schistes bariolés*, enfin de *calcaires compactes*, c'est-à-dire par une série minéralogiquement *identique* avec la série *g*, *f*, *e*, qui semble, sur la droite, servir de base à ces mêmes *grès à anthracite*. N'est-ce pas encore une preuve frappante du renversement de la stratification sur ce côté ouest de la vallée ? Pour la montagne du Chardonnet en particulier, j'ai déjà essayé, il y a deux ans, de démontrer ce renversement et l'antériorité constante des *grès à anthracite* aux *quartzites*, de ceux-ci aux *calcaires compactes*, qui sont encore le prolongement de notre groupe *e* de la Maurienne (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 24 et pl. I, fig. 1 ; t. XVI, p. 28). Je crois pouvoir maintenir l'exactitude de cette coupe du Chardonnet, entre le Lauzet et Névache, et je me propose de la confirmer prochainement par plus de détails et d'autres coupes du même massif.

De même que les grès à anthracite du Chardonnet, de Bonnenuit, etc., *semblent* superposés aux calcaires, prolongements directs de notre groupe *e* du défilé de l'Arc, de même ceux-ci *semblent* reposer régulièrement sur un système très puissant de *grès sans anthracite*, alternant avec des assises *d'ardoises* et de *calcaires* schisteux ou compactes. Ce système forme tout le versant oriental et la crête de la chaîne des Aiguilles d'Arves : le poudingue si curieux qui constitue les Trois-Aiguilles mêmes est un amas peu étendu, un *banc de galets*, placé régulièrement à la base de cette formation ; et, comme l'a démontré autrefois M. Élie de Beaumont, cette formation repose *régulièrement*, *en superposition parfaitement normale* sur le *lias* du bassin d'Arves. J'ai

rappelé tout récemment l'attention de la Société sur cette superposition incontestable, si clairement établie par l'éminent géologue, dans un de ces mémoires dont on admire d'autant plus l'exactitude et la haute portée que l'on étudie plus attentivement les lieux sans idée préconçue. Mais en même temps j'ai insisté sur les différences profondes qui existent entre les vrais *grès à anthracite* et ces poudingues des Aiguilles d'Arves, remplis de galets calcaires, ces grès du col des Pics, du Goléon, etc., où l'on n'a trouvé *aucune couche exploitable de charbon*, *aucune empreinte végétale de la flore houillère*. La postériorité de cette formation à celle du *lias* schisteux du bassin d'Arves, de la Grave, etc., ne contrarie nullement les lois générales de la paléontologie ; et la question du classement de ces grès est indépendante de celle des véritables *grès à anthracite*, *à flore houillère*.

Ces grès du vallon et du col des Pics, du Goléon, etc., sont évidemment les prolongements de notre groupe *d* et probablement aussi des groupes *c* et *b* de la vallée de l'Arc. Toutes les observations stratigraphiques conduisaient à les considérer, de même que ceux-ci, comme intercalés régulièrement entre le *lias* schisteux du bassin d'Arves (*a*) et le groupe calcaire *e* comprenant la couche à fossiles des Encombres. Même en admettant, comme je crois devoir le faire, le renversement de ce dernier groupe, il était encore naturel, en l'absence de toute donnée paléontologique, de considérer ces grès comme un étage *jurassique* indéterminé, ainsi que l'a fait M. Favre pour les couches correspondantes à l'ouest du col des Encombres.

Cette zone de grès régulièrement superposés aux schistes argilo-calcaires (*a*) de Saint-Jean-de-Maurienne, du bassin de l'Arvant et de la Grave, forme la crête et le versant est de la chaîne des Aiguilles d'Arves, le col et les cimes du Goléon, la crête des Trois-Évêchés ; et, passant tout près du Lautaret, elle vient aboutir contre le flanc nord-est du massif granitique du Pelvoux. La zone des calcaires *e* du défilé de l'Arc et du Perron des Encombres, toujours superposés *en apparence* à ces grès (ou plutôt renversés sur eux), est coupée obliquement par la vallée de la Guisane, en amont du Monestier. Ces calcaires, accompagnés de gypse et de cargneules, se prolongent évidemment de l'autre côté de cette vallée et passent au col de l'Echauda, qui conduit à Vallouise.

Un peu à l'ouest de ce col, on rencontre des schistes et des grès contenant des Nummulites, qui reposent immédiatement sur les roches granitiques : ils sont indiqués sur la *Carte géolo-*

gique de la France par la teinte c^2. Ce groupe de grès et de schistes à Nummulites, qui n'a guère plus de 100 mètres d'épaisseur, plonge de 45° vers l'est et semble recouvert parallèlement et régulièrement par la série des calcaires (*e*) qui renferment, dans certaines couches, des Encrines et au col même une assise de cargneules et de gypse. Ceux-ci à leur tour semblent s'enfoncer régulièrement, à l'est, sous les *grès à anthracite* et les schistes micacés du vallon de Fréjus. Malgré ces apparences d'une superposition régulière, on ne peut guère se refuser à croire que la situation de ces calcaires, prolongements incontestables du groupe du défilé de l'Arc, au-dessus des couches à Nummulites, est une anomalie résultant d'un renversement. Dès lors, l'analogie de position et l'inflexion commune de toutes les couches vers le nord-ouest conduisent naturellement à conjecturer que les grès des Trois-Évêchés, du Goléon, etc., pourraient bien être les prolongements amplifiés des grès à Nummulites de l'Échauda, qui, au lieu de reposer sur les roches granitiques, reposeraient sur le lias schisteux.

J'avais fait cette observation au mois d'août dernier, à la suite de mes études au Goléon et en quittant M. L. Pillet, après notre excursion commune aux Aiguilles d'Arves. Cependant, en l'absence de toute autre preuve, je n'osais pas publier explicitement les conjectures que j'en déduisais, et je me bornai à les communiquer verbalement à quelques-uns de nos confrères, en novembre dernier. Le fait du col de l'Échauda était au moins un exemple remarquable de ces anomalies de superposition, si fréquentes dans les Alpes. Un peu plus tard, je fis part de mes présomptions à M. G. de Mortillet, qui avait exploré de nouveau, cette année même, les mêmes localités de la Maurienne. M. de Mortillet me répondait, le 30 décembre dernier : « Si vos observations sont » justes, comme je n'en doute pas, je me range de votre avis; le » nummulitique pourrait bien couronner les Aiguilles d'Arves; » c'est un progrès que vous devra la géologie des Alpes ». Quelques jours après, M. Pillet me montrait les échantillons qu'il avait recueillis dans la vallée de l'Arc, précisément en même temps que je faisais mes observations au col de l'Échauda; l'examen de ces fossiles, sur la détermination desquels M. Pillet était resté en suspens, vient donner raison à mes conjectures.

Au moment même où j'écris, notre confrère M. Graff me communique une note déjà ancienne de M. Bérard, directeur des mines d'Allemont et des Hautes-Alpes, publiée dans un recueil de travaux des élèves de l'École des Mines de Saint-Étienne.

J'y trouve l'indication de l'existence de Nummulites en plusieurs endroits de la vallée de la Guisane, entre le Monestier et le Lautaret; elles se rencontreraient jusque dans cette dernière localité, dans un calcaire immédiatement superposé aux schistes à Bélemnites et servant de base aux grès des Trois-Évêchés, que l'auteur confond d'ailleurs avec les *grès à anthracite;* de sorte qu'il classe ces derniers et les calcaires de Briançon, qui leur sont superposés, dans le terrain nummulitique; et il est même disposé à rapporter à la *craie* les schistes à Bélemnites et à Ammonites du Lautaret et de la Grave.

J'espère avoir établi d'une manière positive la distinction entre les véritables *grès à anthracite*, *à flore houillère*, et cette zone de grès des Trois-Évêchés, du Goléon, des Aiguilles d'Arves, qui se rattache d'une part aux couches à Nummulites de l'Échauda, d'autre part aux couches à Nummulites de la vallée de l'Arc, en dessous du défilé de Saint-Martin-de-la-Porte. Cela posé, je crois pouvoir déclarer qu'*à mes yeux, dans les Hautes-Alpes et dans la partie de la Maurienne qui m'est connue, rien ne s'oppose plus à la classification des divers terrains d'après les lois générales de la paléontologie.* Les Nummulites trouvées par M. Pillet dans ces grès que l'on appelait à tort *anthracifères*, et qui paraissaient si évidemment intercalés dans le *lias*, sont une preuve nouvelle et des plus convaincantes des illusions sans nombre auxquelles peut donner lieu l'étude purement stratigraphique des Alpes.

Dans ces montagnes, plus encore peut-être que partout ailleurs, la paléontologie me paraît être la seule base possible de la classification des terrains stratifiés. Je n'hésite donc plus à rapporter au *terrain houiller* tous les vrais *grès à anthracite*, *à flore houillère*, des Hautes-Alpes aussi bien que de l'Isère. Quant aux calcaires schisteux de l'Argentière, qui me paraissent réellement inférieurs à ces grès, on n'y a trouvé jusqu'ici aucun fossile; j'espère qu'ils fourniront un jour la preuve de l'existence du calcaire carbonifère dans nos Alpes. La même absence de données paléontologiques existe pour l'immense système des schistes calcaréo-talqueux du Queyras et des vallées piémontaises; mais il me semble que l'on peut conjecturer dès à présent qu'il appartient aussi à la série paléozoïque inférieure au grès houiller.

Je crois que, dans nos Alpes, les *caractères pétrographiques* des différents étages sont beaucoup plus constants et plus caractéristiques qu'on ne l'a supposé, et que la continuité des formations, suivie, à l'aide de ces caractères, jusqu'aux gisements de fossiles connus, est un guide bien plus sûr que les apparences de superpo-

sition. Car, par suite même du mode particulier de dislocation qui a produit le relief de cette partie des Alpes, la superposition des divers étages doit se présenter presque aussi souvent renversée que dans sa situation normale.

Les *quartzites* et les poudingues bigarrés qui les accompagnent, toujours placés entre les *grès houillers* et les calcaires à fossiles du *lias*, me paraissent constituer, dans le Briançonnais et la Maurienne, un horizon unique et très facile à reconnaître ; mais les données paléontologiques manquent jusqu'ici pour confirmer le classement de ces roches dans le *trias*, d'après M. Favre. Quant aux *gypses*, aux *dolomies*, aux *cargneules* et aux marnes diversement colorées qui les accompagnent, je ne crois pas que leur gisement soit aussi bien déterminé ; il me semble qu'ils se rencontrent à divers niveaux dans le *lias*, aussi bien qu'à sa base ; et peut-être même en est-il quelques gîtes qui sont en relation intime avec les dépôts nummulitiques. Quoi qu'il en soit, tous les faits qui me sont connus me portent à penser que ces roches n'ont nullement une origine métamorphique. On a souvent, je crois, beaucoup exagéré le rôle du métamorphisme dans cette partie des Alpes ; et cette idée théorique, jointe aux illusions de la superposition, a été pour beaucoup dans la diversité des opinions émises sur les terrains de cette région.

Nous nous proposons, M. Pillet et moi, de continuer nos études dans la Maurienne et les Hautes-Alpes, et nous espérons recueillir de nouveaux documents qui nous mettront en mesure de proposer à la Société géologique une réunion qui pourrait s'ouvrir à Saint-Jean-de-Maurienne et se clore à Briançon, et qui serait, nous le croyons, d'une grande importance pour les progrès de la géologie alpine.

M. Albert Gaudry, secrétaire, communique la note suivante de M. Goeppert :

Sur la flore des terrains silurien, dévonien et carbonifère inférieur; par M. le professeur Goeppert.

Breslau, le 20 décembre 1859.

J'ai l'honneur d'annoncer à la Société que j'ai achevé mon travail *sur la flore du terrain silurien, dévonien et du terrain carbonifère inférieur.*

Le nombre des plantes fossiles de ces terrains monte à 185. Elles sont distribuées :

a. d'après les ordres en familles naturelles :

Algues.	30 espèces.	*Cladoxyleæ*.	4 espèces.
Calamariæ.	20 —	*Nœggerathieæ*. . . .	8 —
Asterophylliteæ. . .	4 —	*Sigillarieæ*.	6 —
Filices.	65 —	*Coniferæ*.	6 —
Selagineæ.	39 —	*Fructus incertæ sedis*.	3 —

b. selon les formations diverses.

I. *Formation silurienne.*

1. *Formation silurienne inférieure*.	17 espèces.
2. *Formation silurienne supérieure*.	3 —
	20 espèces.

Toutes ces espèces appartiennent aux algues.

II. *Formation dévonienne.*

1. *Formation dévonienne inférieure*, 6 espèces : 5 appartiennent aux algues ; 1 est une plante terrestre : *Sigillaria Hausmanni*, Goepp., trouvée déjà par M. Hausmann en 1807 (*Reise in Scandinavien*, 5 tom., *Kjerulf*, *Geol. des südlichen Norwegens*, p. 87), près de Idre et de Sarne. Cette plante est peut-être la plus intéressante de tout l'ouvrage.

2. *Formation dévonienne moyenne* : une plante terrestre, *Sagenaria Veltheimiana*, du schiste nommé Hamilton dans l'État de New-York ; mais MM. Murchison et de Verneuil jugent que ce terrain appartient déjà à la formation dévonienne supérieure, dans laquelle en Silésie, en Thüringe, en Irlande et dans l'État de New-York, on a trouvé une plus grande quantité de plantes terrestres, parmi lesquelles se rencontre aussi cette espèce de *Sagenaria*.

3. *Formation dévonienne supérieure*. Cette formation contient 55 espèces, dont 4 seulement appartiennent aux algues ; les autres aux plantes terrestres, savoir, aux familles de cette formation qui sont trouvées jusqu'à la fin de la formation paléozoïque, c'est-à-dire des Fougères, Calamariées, Équisétacées, Lépidodendrées, Lycopodiacées, Conifères et Sigillariées. La flore dévonienne y entre avec 4 espèces, la flore du kulm avec le même nombre, la flore de la grauwacke (*youngest grauwacke*, Murchison) avec 7 espèces.

III. *Formation carbonifère inférieure.*

Il faut distinguer la formation carbonifère inférieure de la formation carbonifère supérieure ; elle a une flore bien distincte. Cette formation renferme la flore du calcaire carbonifère (*Kohlenkalk*) et celles du kulm et de la grauwacke (*youngest grauwacke* Murchison).

a. La flore du Kohlenkalk contient 46 espèces : 1 algue et 45 plantes terrestres, qui appartiennent aux mêmes familles que celles du terrain dévonien supérieur.

b. La flore du kulm (*Kulm grauwacke*) a 23 espèces, dont 13 appartiennent aussi à la flore de la grauwacke.

c. La flore de la grauwacke a 36 espèces terrestres, dont 7 seulement ont été trouvées dans la flore du terrain carbonifère supérieur. Une seule espèce, *Neuropteris Loshii*, a été trouvée dans le calcaire carbonifère, le kulm, la grauwacke, le terrain carbonifère supérieur et le terrain permien.

Toutes ces parties de la flore du terrain carbonifère inférieur ont une grande affinité entre elles et renferment trois espèces particulières (*Calamites transitionis*, m., *C. Roemeri*, m., et *Sagenaria Veltheimiana* [*Knorria imbricata*]), qui véritablement méritent d'être nommées *Leitpflanzen* (plantes conductrices).

Le genre *Knorria*, Sternb., doit être rayé ; ce n'est qu'une forme du genre *Sagenaria* ou *Lepidodendron*. La plus fréquente espèce de ce genre, connue sous le nom de *Knorria imbricata*, doit désormais porter celui de *Sagenaria Veltheimiana*.

Le *Stigmaria ficoides* est véritablement un rhizome de *Sigillaria*. Je possède une grande quantité d'échantillons de cette plante célèbre, qui présentent divers degrés de développement et mériteraient d'être figurés et publiés, mais j'ignore encore leur gisement.

M. Albert Gaudry, secrétaire, communique, au nom de M. Boué, la note suivante :

Compte rendu des recherches géologiques faites à Tapaipoumamoa, île moyenne de la Nouvelle-Zélande; par M. le docteur Hochstetter (extrait d'une lettre de M. Boué).

Vienne, 27 décembre 1859.

La configuration de l'île moyenne de la Nouvelle-Zélande offre un contraste frappant avec celle de l'île septentrionale dont la plus grande portion n'a que des plateaux comparativement bas,

tandis que l'île moyenne est couverte de chaînes parallèles élevées, abruptes, à vallées longitudinales profondes, s'anastomosant avec des gorges rocailleuses et transversales aux crêtes. La direction de cette ossature est N.-N.-E.—S.-S.-O., et les Anglais l'ont nommée *Southern Alps*, Alpes du Sud. La plus haute sommité est le mont Cook qui a l'élévation du Mont-Blanc, et est couvert de neiges et de glaciers. Ces montagnes se terminent sur la côte occidentale par des falaises verticales, tandis que sur la côte orientale s'étendent à leurs pieds des plaines fertiles. Depuis un point central à la limite des provinces de Canterbury et de Nelson, ou depuis le partage des eaux du Hurunui et du Waia-ua se rendant à l'E. dans le Grey et du Enungahua coulant à l'O., se détachent des Alpes du Sud deux branches qui traversent la province de Nelson; les eaux du détroit de Cook-strait baignent leurs extrémités. Ces branches sont sous-divisées par des vallées longitudinales en nombreuses crêtes dont les pics ont de 5 à 6000 pieds anglais d'élévation. La branche courant au N. et se terminant à Massacre-Bay entre le Separation-point et le cap Farewell est appelée *Western Range*, tandis qu'on appelle *Eastern Range* la branche dirigée au N.-E., et se terminant dans le Pelore et le détroit de la Reine Charlotte. Dans l'angle aigu formé par ces deux rameaux de montagnes sont situés vers son sommet, à 2000 pieds de hauteur absolue, les lacs de Rotoiti et de Rotorua d'où l'on descend dans les plaines du Waimea et sur les rivages de Blind-Bay par des collines ondulées et entrecoupées par de nombreuses eaux. Du haut des monts Richmond, on jouit d'une vue superbe, même en hiver, par le contraste des plaines cultivées et couvertes d'habitations avec les cimes neigeuses des montagnes bordant de deux côtés ce triangle, et donnant par sa forme de paravent, au pourtour de Blind-Bay, un climat extrêmement tempéré. Les Western et Eastern Ranges de Nelson convergeant au S. s'opposent au vent comme un coin qui écarte d'un côté la force des vents S.-O., et de l'autre celle des vents S.-E. Les parties de la province de Nelson en dehors de ce paravent ne jouissent pas d'un climat si serein.

La géologie des Western et Eastern Ranges est totalement différente. Les premières chaînes sont composées de schistes cristallins ou métamorphiques; les secondes, des plus anciens dépôts de sédiment qui ont été traversés et rompus par des masses plutoniques. Les collines ondulées entre ces deux séries d'arêtes ne sont nées que de leurs débris roulés jadis par la mer qui venait battre le pied des chaînes. Les chaînes de l'O. sont aurifères, celles

de l'E. cuprifères, et dans les bassins compris entre elles il y a de la houille, ou du moins du combustible minéral.

Western Ranges. — Une coupe de l'E. à l'O. donne la suite suivante de roches : 1° *Une zone de gneiss et de granite.* Cette dernière roche forme les rivages occidentaux de Blind-Bay, depuis Separation-point jusqu'à Riwaka, et est bordée de gneiss sur le côté oriental vis-à-vis des îles Tata. Cette même zone de roches granitiques et gneissiques peut être poursuivie au S., en remontant la rivière Motueka jusqu'au confluent du Wangapeka. Elle est occupée par le Buller-River à son entrée dans la gorge du Devil Grips (Poignée du Diable) des Western Ranges, et s'étend le long du versant oriental de ces montagnes jusqu'au lac Rotorua. 2° Une *zone d'amphibolite schisteuse et de calcaire grenu.* Marchant de la première zone à l'O., on trouve au sommet de la chaîne Pikikerunga une large zone d'alternats réguliers d'amphibolite schistoïde, de quartzite schisteux et de calcaire grenu. Leur direction est N.-S.; ils sont verticaux. Cette formation continue à l'O. jusqu'au côté opposé de la vallée Takaka où elle a été percée par des porphyres dioritiques et des serpentines, comme on l'observe à Stony-Creek et à Waingaroa. Les mêmes schistes cristallins forment les escarpements de la gorge de Wangapeka. Le calcaire est caractérisé par de nombreux entonnoirs creusés par l'eau. Il ne faut pas confondre ce calcaire avec un autre qui est tertiaire dans la même vallée. 3° *Micaschiste et quartzite schisteux.* Cette zone constitue la crête des Western Ranges avec des pics de plus de 6000 pieds de hauteur. Les montagnes d'Anatoki, le mont Arthur, et la chaîne entre la source de la rivière Wangapeka et celle de Buller, sont composés de schistes grenatifères alternant avec des quartzites. 4° *Zone de schistes argileux.* Marchant toujours à l'O., le micaschiste passe au schiste argileux avec des alternats de quartzite schistoïde. Ces roches forment le sol de la vallée d'Aorere, et les pics élevés sur son côté oriental, tels que le Slate-River Peak, le Leadhill, le mont Olympe et la chaîne Haupiri. Partout les couches sont plus ou moins verticales, et dénotent de grands dérangements depuis leur formation. Ainsi, par exemple, la stratification en éventail se retrouve dans le mont Olympe comme au Mont-Blanc en Savoie.

La zone de micaschistes et de schistes argileux recèle de l'or. Le district aurifère a une largeur de 15 à 20 milles anglais; il est limité à l'E. par la vallée de Takaka et à l'O. par celle d'Aorere, et il comprend les crêtes d'Anatoki et de Haupiri. Dans une direction S., on peut poursuivre les mêmes formations jusqu'à

la gorge de Buller-River. Les observations ne se sont pas étendues plus loin ; mais comme on trouve de l'or à l'extrémité septentrionale des Alpes du sud et dans les graviers de Mataura, province d'Otago, à l'extrémité opposée, on peut en déduire que le dépôt aurifère s'étend en zone continue à travers toute la longueur de l'île moyenne. L'or de la vallée d'Aorere est confiné dans sa partie orientale ; les seules traces aurifères à l'O. sont sur le torrent Kaituna. Toutes les eaux tributaires de l'Aorere et provenant de la chaîne Haupiri sont aurifères (Appoos River, Slate R., Boulder R., Salisbury Creek, Parapara R.). La région entière sur le côté oriental de la vallée d'Aorere, s'élevant de la rivière jusqu'aux flancs escarpés des montagnes sous un angle de 8 degrés, et s'étendant de Clarke River au S. jusqu'au Parapara au N., cette région, dis-je, forme une superficie aurifère d'environ 40 milles anglais. Dans tout ce district, les roches schisteuses sont couvertes d'un agglomérat ayant 20 pieds de puissance, peut-être tertiaire, puisqu'il contient des bois convertis en lignite. Lorsque son ciment est ferrugineux, la roche est compacte ; ailleurs, elle est non agrégée et composée de sable fin entre de larges blocs. Ces derniers sont formés surtout de quartzite et de schiste argileux. Les torrents, comme les eaux pluviales, ont fort découpé ce terrain qui est le gîte de l'or. Dans cet agglomérat, un yard cube de terre lavée donne une quantité d'or de la valeur de 25 à 30 schillings ; mais avec les blocs, cette valeur se réduit de 3 à 6 schillings. Dans un mille carré, on peut avoir une valeur de 750,000 livres sterling, c'est-à-dire 18,750,000 francs, ou dans tout le district, celle de 22,500,000 livres sterling, ou 562,500,000 francs. Il y a deux cent cinquante personnes occupées à chercher de l'or. Le produit réel de ce district pendant l'année 1857, de janvier à avril, a été de 150,000 livres sterling. La plus grande pépite pesa 9 onces 18 grains . La rivière Takaka et ses affluents prennent leurs sources dans le versant oriental des mêmes montagnes d'où descendent sur le côté opposé les affluents de l'Aorere ; donc il est tout simple qu'on y trouve aussi de l'or, comme dans la partie supérieure de l'Anatoki, sur le Waingaro, le Takaka, les affluents du Waitui-River venant du mont Arthur. L'*Osmiridium* accompagne l'or de Takaka, comme l'a prouvé l'analyse faite à Melbourne par Clarke ; on trouve aussi du fer titané, du fer oxydulé magnétique et des grenats. Les hautes chaînes entre les sources du Wangapeka et la gorge du Buller doivent être aurifères, car elles sont la continuation du mont Arthur, et des arêtes d'Anatoki et de Haupiri.

En remontant le Wangapeka, on trouve une large vallée à terrasses, dont les collines sont composées de couches tertiaires de marne, grès et calcaire. Sous ces dernières se montrent des rocs granitiques. Les blocs et cailloux roulés n'offrent que des amphibolites et du calcaire grenu, comme entre Riwaka et Takaka. M. Clarke a trouvé des lits de combustibles à la limite des dépôts tertiaire et cristallin dans le haut de la vallée. On a aussi découvert de la galène dans la rivière de Waingaroa et de larges masses de fer hydraté brun sur le Parapora. Il n'y a rien là de volcanique ; on s'était trompé.

Eastern Ranges. — Les roches dominantes sont des schistes et des grès primaires anciens. Ils forment de hautes crêtes entrecoupées de vallées longitudinales parallèles. Les couches sont plus ou moins verticales, avec une direction N.-E.—S.-O. très régulière. Une couche, par exemple, peut être suivie de Cook Strait jusque loin dans l'intérieur au S. Dans l'arête centrale se terminant au N. au mont Stokes, entre les eaux du Pelore et le détroit de la Reine Charlotte, les schistes présentent une texture plus cristalline. Des schistes argileux, assez cristallins pour passer au mica-schiste avec des couches et des filons à quartz, se voient à Ships Cove et à Shakespeare-Bay sur le détroit susdit, à Kaituna Pass, etc. Sur les deux côtés de cette arête centrale, les schistes argileux offrent un caractère plus sédimentaire et alternent avec des grès très compactes prenant l'aspect des grauwackes. Des diorites schistoïdes et des amygdaloïdes s'y associent. On n'y a pas encore trouvé de fossiles. Sous le confluent de Blarich-River avec l'Awatare, il y a de la serpentine, et une montagne a éprouvé un éboulé, par suite d'une fente causée par un tremblement de terre. Cette serpentine s'étend au S.-O. à travers la vallée de Blarich jusqu'au mont Mowatt dont le flanc S.-E. est formé par cette roche jusqu'à environ 2000 pieds de hauteur. Dans le lit de la rivière Haast, on a trouvé un échantillon de minerai de cuivre semblable à celui de Dun-Mountain. Sur le versant occidental, la serpentine occupe encore plus de place. Un filon de serpentine ayant plusieurs milles de puissance s'étend de l'extrémité septentrionale de l'île d'Urville à travers le French Pass, les Croixelles, le Mont Dun et le Wairoa supérieur. On le retrouve sur le prolongement de la même ligne, sur les monts Rouges près de Tophouse, sur le côté N. de la vallée de Wairau. Ce filon a donc au moins 80 milles de longueur. Sa direction est parallèle à celle des schistes, mais son origine plutonique est néanmoins prouvée par une brèche de contact qui renferme des fragments de schistes endurcis et semi-vitrifiés. La

serpentine a été coupée à son tour par des filons d'hypersténite et d'euphotide. La roche serpentineuse du mont Dun est si particulière que nos antipodes en font une nouvelle roche nommée *dunite*. La serpentine contient des minerais de cuivre et du carbonate de fer; les premiers offrent du cuivre natif, du cuivre oxydé rouge et du cuivre pyriteux. Les exploitations cuprifères ont surtout lieu au mont Dun. Le cuivre n'y existe qu'en nids et veinules; les plus grandes masses sont lenticulaires. On en a trouvé à Windtrop-Gully qui pesaient 8 livres. Les nids cuprifères sont alignés de manière à faire croire que le métal a été injecté d'en bas par le moyen d'une fente. Lorsque le minerai disparaît dans la profondeur ou sur la surface, le mineur a pour guide l'état ramolli et brisé de la serpentine, ou bien il recherche à la surface les produits secondaires ordinaires de ce genre de minerai, savoir du silicate de cuivre vert et bleu. Les indices les plus favorables pour l'exploitation se poursuivent sur deux milles de longueur. A Croixelles et dans le bassin de Current, les indications sont obscures. De semblables minerais ont été découverts sur l'île d'Urville. Le chromate de fer est abondant. Une autre zone de roches sédimentaires anciennes se trouve entre la serpentine comme limite E. et Blind-Bay et la plaine Waimea comme limite O. Le cours du Maitai jusqu'au mont Dun en présente une bonne coupe. A l'O. de la serpentine est une bordure de calcaire schisteux qui forme les cimes de Wooded-Peak, et se prolonge exactement en parallèle avec le filon de serpentine. Ensuite viennent des schistes colorés en rouge et vert pendant 5 milles anglais. Ces mêmes roches s'étendent tout le long des Eastern Ranges jusqu'à la route de Big-Bush à Wairau. Elles sont altérées et percées çà et là par des roches éruptives, comme dans la vallée de Brook-Street par de la diabase; près de Wakapuaka par de la syénite, etc. Jusqu'ici les pétrifications y ont fait défaut.

Formations secondaires. — Entre Nelson et Wakapuaka, les marnes et les argiles schisteuses (*shales*) noires bordent la mer, et renferment des restes de plantes, peut-être marines. Sur la même ligne, au S., les grès de Richmond bordent les Western Ranges, et offrent plusieurs fossiles, tels que des *Mytilus*, *Monotis*, Avicules, Spirifères, Térébratules, etc. Ces grès sont peut-être des équivalents du muschelkalk d'Europe?

Le *terrain houiller de Pakawau* reposant sur les formations de micaschiste et de schistes argileux est peut-être aussi secondaire. Les bords de la rivière de Pakawau offrent des alternats d'agglo-

mérats, de grès, d'argile schisteuse et de lits de houille (*coal*). Ces derniers ont quelquefois 4 pieds d'épaisseur. C'est une houille compacte, pesante, schistoïde, noire, se brisant en larges morceaux. Elle brûle sans odeur sulfureuse et donne une cendre blanche. D'après M. Théophile Heale, à Auckland, elle ne contiendrait que 53 pour 100 de carbone ; mais il a soumis à l'analyse un échantillon d'argile schisteuse. Elle paraîtrait renfermer 70 p. 100 de carbone et s'approprier aux usages industriels ordinaires. Dans une mine, on remarque trois lits de houille de 2 pouces, 4 1/2 et 5 pouces de puissance, entre des argiles schisteuses et des grès. L'inclinaison des couches est au S.-O. vers le port occidental de Wanganui et sous 20 degrés. Le terrain houiller s'étend de Pakawau à West-Wanganui ; il n'est pas de l'âge du terrain carbonifère d'Angleterre.

Terrains tertiaires. — Les assises tertiaires des districts des baies dites Golden-Bay et Blind-Bay appartiennent, comme celles près d'Auckland, aux anciennes formations. Ces couches remplissent toutes les vallées et les bassins, depuis les rivages de Cook-Strait jusqu'aux chaînes cristallines et primaires, et s'élèvent çà et là jusqu'à 2000 pieds. La portion inférieure est un terrain de combustible brun (lignite), et la supérieure est composée de marnes, grès et calcaires à fossiles. Au cap Farewell, la pointe extrême N.-O. de l'île moyenne, le grès tertiaire est rempli d'échinides dont d'autres espèces pullulent aussi dans la mer avoisinante. Dans la vallée d'Aorere, les couches tertiaires ont été en grande partie détruites. Sur le côté occidental, il y a des affleurements de lignite. Des marnes coquillières se montrent dans les falaises de Collingwood. Plus haut, dans la vallée, il y a des masses isolées de grès calcaire fossilifère à nombreuses cavernes. Ces dernières ne sont que les restes d'un dépôt autrefois continu. Les grottes au-dessus de Wasbourn-Flat sont devenues les cimetières des terribles *Moa* dont parlent les traditions des Maoriens. Ce sont eux qu'on a divisés en *Dinornis*, *Notornis* et *Palapterix*. Si le Musée britannique possède des squelettes des *Dinornis elephantopus* et *robustus*, provenant de l'île zélandaise septentrionale, les cavernes de l'île moyenne n'ayant pas été si bien examinées en contiennent encore beaucoup. Trois grottes près de Collingwood en ont fourni de nombreux ossements qui, gisant dans le *Loam* au-dessous des croûtes de stalagmites, devenaient plus abondants et plus gros à mesure qu'on creusait plus profondément. D'après Haast, la grandeur des espèces s'accroît avec la profondeur à laquelle ils sont enfouis. Ainsi les *Dinornis crassus* et *ingens*, oiseaux attei-

gnant 9 pieds, ont toujours été trouvés plus bas que le *Dinornis didiformis*, Ow., qui n'avait que 4 pieds de hauteur. Le *Dinornis crassus* a des tarses de 9 pouces 1/2 de longueur; des tibias de 22 pouces de longueur; des fémurs de 13 pouces de longueur, etc. M. Hochstetter rapporte une belle collection d'ossements, car MM. Wells, Haycock et Ogg lui en ont donné, et le Musée de Nelson lui a remis un squelette complet du *Dinornis ingens*. M. Hochstetter pense que ces oiseaux gigantesques ont vécu seulement avant l'apparition de l'homme et après la période tertiaire; c'est là une opinion fondée sur des théories préconçues, comme la négation de l'existence de l'homme lors de l'époque alluviale ancienne, celle de l'existence des singes lors de l'époque tertiaire, celle de l'existence des mammifères lors de l'époque secondaire. Ne renouvelons pas les erreurs de Cuvier qui, dans ses *Révolutions du globe*, prétendait que les animaux du gypse de Montmartre n'avaient pas existé lors du dépôt du calcaire grossier de Paris. On sait que M. Eug. Robert en trouva à Nanterre dans ce même calcaire en 1829. La géologie n'a encore que l'âge de soixante à soixante-dix ans, et la véritable et complète n'en a pas même quarante. Donc, ayons de la patience. D'où viendraient d'ailleurs à la Nouvelle-Zélande les traditions du Moa, si aucun homme n'en avait jamais vu? Est-ce que les Maoriens seraient par hasard paléontologistes?

Dans la vallée de Takaka, il y a de larges masses de calcaire tertiaire coquillier qui s'étend des îles Tata dans le haut de la vallée. Sous ces roches sont les lignites de Motupipi qui remontent la vallée jusqu'à la demeure de M. Skeet. Les mines de ce combustible à Motupipi, baie du Massacre, offrent un alternat de houille, de grès et d'argile schisteuse; les lits de houille ont 1 à 3 pieds de puissance.

Il est prouvé que les eaux du golfe de Blind-Bay s'étendirent autrefois bien loin au S., car la formation tertiaire remplit le triangle entre les Western et Eastern Ranges, depuis la région des lacs jusqu'aux rivages de Waimea, et elle est couverte souvent par un épais dépôt alluvial ancien de blocs et de graviers. La puissance de ce dernier s'éleva jusqu'à 1,200 à 1,500 pieds, de manière que le tertiaire ne paraît qu'au pied des coupes. Les mêmes marnes fossilifères se voient entre Buller-River et le lac Rotorua. Sur le côté E., vers la capitale Nelson, les couches marines tertiaires constituent les hauteurs depuis Greenpoint jusqu'aux plaines de Waimea, et entre le chef-lieu et le village de Richmond les lignites sont exploités à la mine de Jenkins. Les

couches ont dû y subir de grands dérangements ; car leur inclinaison est à l'E. sous 60 degrés; elles semblent donc plonger sous les schistes argileux anciens. Ces assises ont été renversées complétement. Les alluvions anciennes forment le pays occupé par le Montere et les collines de Wai-iti. Ce ne sont que les détritus des Eastern et Western Ranges; donc on peut y trouver aussi de l'or, ce qui est en effet le cas. A Nelson, il se forme un banc de blocs de syénite provenant des rochers escarpés près de Drum-Decan. Ces fragments, tombant dans la mer, sont accumulés par un courant se rendant au S.

Formations volcaniques. — Malgré l'absence de volcans actifs et de solfatares dans l'île moyenne, l'action volcanique s'y est fait sentir puissamment. Dans l'île septentrionale, il y a au contraire tout un attirail volcanique. Les hauts pics de Kaikoras dans l'île moyenne sont couverts de neiges et volcaniques. D'après M. Haast, leur aspect est magnifique ; ce sont trois monts Egmont l'un à côté de l'autre. Le premier, Tapauenuka ou mont Odin, a 9700 pieds de hauteur et a la forme parfaite d'un dôme; le second, plus au S., est un cône tronqué, bifurqué et à cratère ; il s'appelle pour cela Nest-Mountain. Le troisième est la pyramide gigantesque du mont Egmont. Une autre arête, presque égale en hauteur à la précédente, se trouve sur le côté maritime de la rivière Clarence; les cimes principales s'appellent Mount-Thor et Mount-Freya. Autour de ces géants des antipodes se rangent d'autres moindres montagnes volcaniques. Il y a des sources chaudes dans les plaines de Hanmer, au pied des monts Kaikoras. Ces eaux sourdent de plusieurs trous profonds, dont le plus grand a 15 à 18 verges (yards) de circonférence. Les roches principales du district volcanique sont les trachytes et les basaltes. Suivant le prolongement méridional de la chaîne des deux groupes de Kaikova, on atteint la presqu'île de Banks qui est un système de volcans éteints ; il surgit subitement de la mer et des plaines. Plus au S. est un troisième groupe semblable dans la presqu'île à Otago. Donc une ligne d'action volcanique court parallèment à l'ossature de l'île moyenne et sur son côté oriental. L'examen de la province d'Otago fera découvir probablement encore d'autres points volcaniques. Cette place orientale du volcanisme dans l'île moyenne est particulière, parce que les zones volcaniques parallèles de l'île septentrionale, savoir la zone Tongariro, celles d'Auckland et de Bay of Island, sont toutes sur le côté occidental de l'ossature des chaînes s'étendant entre Wellington et East-Cape. Beaucoup

de particularités des tremblements de terre dans ces îles trouvent leur explication dans ce contraste.

Géogénie. — Dans les temps géologiques anciens, les deux îles Tapaipounamoa et Ika-na-Mavi étaient unies et traversées dans le sens de leur longueur par des chaînes continues, depuis le Cap Sud jusqu'au Cap Est. Actuellement la liaison est rompue par le détroit de Cook-Strait qui n'est que le produit d'une faille. Les roches des deux côtés sont identiques; donc les chaînes du Pelore n'étaient que le prolongement de celles de Wellington. D'après la position des couches dans les Eastern Ranges de la province de Nelson, il paraît que, si l'île septentrionale est restée à sa place, l'autre a été poussée à l'O. par quelque force gigantesque. La position de la formation tertiaire dans les vallées, les baies et détroits débouchant sur le détroit de Cook, prouve que cette rupture a précédé la période de ces derniers dépôts. Le second âge de changements ou les actes postérieurs sont de l'âge de la période volcanique de ces îles. Lors du dépôt du terrain tertiaire qui s'élève jusqu'à 2000 pieds d'altitude, les hautes chaînes de la Nouvelle-Zélande étaient seules hors des eaux. Depuis l'époque tertiaire, ces îles sont sorties petit à petit continuellement de la mer, et ce soulèvement est en rapport avec l'âge de l'action volcanique. Dans ces temps, les plaines de la côte orientale de l'île moyenne ont été mises à sec, et les plateaux sur le côté occidental des chaînes septentrionales ont été soulevés au-dessus des eaux. Ce fait est prouvé par les terrasses le long des rivières des vallées de Wairau, Awatere, Clarence, Motueka, Wangapeka, Buller, Takaka et Aorere, ainsi que par les lignes de dunes sur les plaines de Port-Cooper. Ces dernières sont à présent à plusieurs milles dans l'intérieur. Il est remarquable que parmi les terrasses les plus élevées les distances respectives sont plus grandes que dans celles qui sont inférieures. Ainsi à la rivière Buller, à sa sortie du lac Rotoiti, la hauteur de la terrasse supérieure est de 100 pieds, et l'on y distingue huit terrasses. Donc la force soulevante a diminué des temps anciens à la période actuelle en puissance ou en durée. L'altitude des terrasses, étant limitée à 2000 pieds sur les vallées, prouve que le soulèvement total depuis l'époque tertiaire n'est égal qu'à cette valeur. Toutefois, cette émersion des terres continue, témoin ce soulèvement de 3 à 4 pieds arrivé en 1855 à Wellington; mais ce phénomène est loin d'être général. Au contraire, si le côté est tend à se relever, le côté ouest a une tendance à s'abaisser. Entre ces deux points passe un axe d'équilibre qui,

tournant parallèlement à la côte de l'Australie, traverse l'océan Pacifique entre la Nouvelle-Calédonie et le groupe des îles de la Loyauté, et peut être tracé entre les îles Salomon et la Nouvelle-Guinée.

Le Secrétaire communique une note de M. Ébray sur l'appareil apicial de certains Échinodermes.

M. Puggaard fait la communication suivante :

Mémoire sur les calcaires plutonisés des Alpes Apuennes et du monte Pisano; par le docteur C. Puggaard.

Il est aujourd'hui bien reconnu, que les beaux marbres salins de Carrara, de Serravezza et du Monte Pisano sont des calcaires jurassiques ou liasiques modifiés ; les recherches de Savi, de Hoffmann, de Cocchi et d'autres ont contribué puissamment à éclaircir la stratigraphie de cette partie de l'Italie (1). Aussi je n'ai point la pensée de jeter de nouvelles lumières sur l'âge et sur la distribution des terrains dont sont formées ces montagnes ; mais j'ai profité d'un court séjour à Serravezza et à Pise pour étudier spécialement les calcaires brécheux et caverneux de ces montagnes, liés d'un côté intimement aux marbres saccharoïdes, qui s'y exploitent, et offrant de l'autre côté beaucoup d'analogies avec les calcaires et les dolomies brécheux, que j'ai signalés dans mes mémoires précédents (2). Ces analogies sont assez frappantes pour faire présumer que les phénomènes offerts par les calcaires

(1) Je dois faire remarquer que, lorsque je visitai les lieux en 1848, je connaissais les opinions pour la plupart bien fondées de Savi, dont les coupes des Alpes Apuennes m'ont en partie aidé à construire les miennes. Les recherches de Cocchi, publiées beaucoup plus tard, m'ont en général servi pour fixer l'âge des terrains, question trop embrouillée en Toscane, pour qu'un géologue de passage puisse avoir une opinion indépendante à ce sujet. Consultez les mémoires de Savi, *Sur le Mischio de Serravezza*, *Coupes des Alpes Apuennes et du Monte Pisano*, et *Mémoire sur les terrains anciens de la Toscane*, dans le *Giornale dei litterati de Pise pour* 1829 *et* 1833, et *Constitution géologique des monts Pisans*, Pise, 1846 ; le mémoire de M. Cocchi, *Sur les roches ignées et sédimentaires de la Toscane*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 226 (1856).

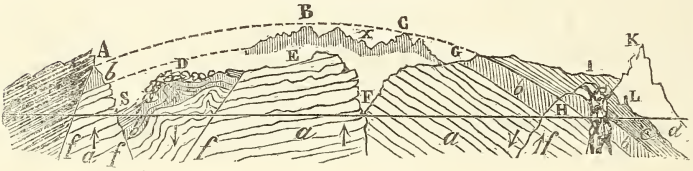
(2) *Description géologique de la péninsule de Sorrento*, *Bull.*, 1856, t. XIV, p. 294 ; et *Note sur les calcaires plutonisés des environs de Sorrento*, *Bull.*, 1859, t. XVII, p. 93.

métamorphiques des environs de Serravezza, de Pise et de Naples sont le produit d'une même action plutonienne ; aussi j'ai fait remarquer ailleurs la connexion qu'il y a entre les dolomies du Monte San Angelo et les dislocations de la chaîne métallifère, groupe de soulèvements formé par les Alpes Apuennes, les Monts Pisans et plusieurs autres montagnes de la Toscane.

LES ALPES APUENNES.

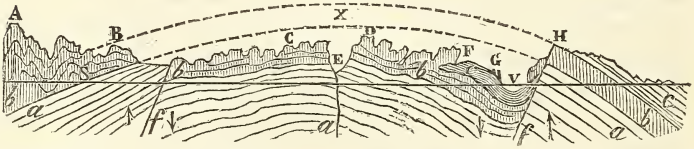
La petite ville de Serravezza est située au fond d'une vallée entourée de hautes montagnes, au point où se réunissent les torrents Serra et Vezza, qui forment ensemble la petite rivière Versilia. La vallée de la Serra est dirigée d'abord N.-S. et puis N. E.-S. O., et celle de la Vezza à peu près E.-O. La première est une rupture longitudinale, ayant les couches des deux côtés inclinées dans le même sens et dirigées parallèlement à la vallée, pendant que la Vezza parcourt une vallée transversale. Nous allons faire deux coupes à travers les montagnes suivant les directions qu'indiquent ces lignes naturelles.

Fig. 1. — *Coupe à Serravezza du N.-N.-E. au S.-S.-O.; longueur, 5 milles.*



A. Monte Altissimo. — B. Falcovaia. — C. Capella di Fabiano. — D. Marbre de Rio. — E. Ravin de Rio. — F. Ravin de Giustagnano. — G. Ville de Serravezza. — H. Monte Costa. — S. Lit de la Serra. — V. Lit de la Vezza. — S.-V. Niveau du torrent Serra.

Fig. 2. — *Coupe de Serravezza à Stazzema du O.-N.-O. au E.-S.-E.; longueur, 5 milles.*



A. Trambiserra. — B Monte Altissimo. — C. Pania della Croce. — D Carrières de Rio. — E. La Cima. — F. Vallée de Basati. — G. Mont Alto. — H Ponte Stazzemese. — I. Mines de fer. — K. Monte Procinto (calcaire crétacé selon Cocchi). — L. Stazzema. — S. Lit de la Serra. — S.-H. Niveau du torrent Vezza.

a. *Verrucano (carbonifère?).* — b. *Calcaire liasique.* — c. *Schistes jurassiques.* — f. *Failles.*

On verra dans ces figures, qu'il y a au voisinage de Serravezza quatre grands massifs de calcaire liasique situés sur une ligne du sud au nord, savoir les calcaires de Monte Costa, de Rio, de Capella et du Mont Altissimo. Ces massifs calcaires, offrant les mêmes caractères minéralogiques et géologiques, étaient sans doute autrefois réunis, et on ne saurait expliquer leur séparation actuelle et leur disposition singulière, sans avoir recours à de grandes dislocations et à des bouleversements, supposition que justifient d'ailleurs l'aspect et la structure de ces calcaires.

Le calcaire est recouvert par des schistes talqueux ou chloritiques luisants, de couleur jaunâtre, gris clair ou vert plus ou moins foncé ; en beaucoup de lieux ils sont pénétrés de veinules de quartz, qui se dispose en noyaux parmi les matières talqueuses et argileuses. Probablement ces schistes sont des argiles et des grès jurassiques profondément altérés par des émanations plutoniennes ; ils ne diffèrent en rien des schistes métamorphiques des terrains les plus anciens, ressemblance qu'on doit s'attendre à trouver dans tous les terrains modifiés, dès qu'on a reconnu que la métamorphose des roches n'est point une prérogative du terrain anciennement nommé primaire ou de transition, et que l'époque de la transformation d'un terrain est souvent très éloignée de celle de son premier dépôt.

Ainsi c'est la nature physique et chimique des roches modifiées et des agents modifiants, qui détermine la nature des roches produites par le métamorphisme et l'on trouvera des roches chimiquement et minéralogiquement identiques, mais qui appartiennent originairement à des âges géologiques différents, quoiqu'elles aient été peut-être transformées par la même action plutonienne. C'est ce qui arrive avec les schistes inférieurs au calcaire, schistes désignés par Savi sous le nom de *verrucano*. Ce terrain, qui, à ce qu'il paraît, représente en Toscane le trias et peut-être même le système carbonifère, offre à Serravezza les mêmes caractères à peu près que les schistes jurassiques, et il faut avouer, que là, où le calcaire n'indique pas l'horizon géognostique, les schistes supérieurs et inférieurs se confondent, étant tous les deux talqueux, luisants et dépourvus de fossiles. Seulement on a fait remarquer que le verrucano est à plus gros grains et qu'il passe quelquefois à une roche quartzeuse ou anagénitique. Ainsi au bout du ravin de la Serra le verrucano est divisé en assises plus épaisses, et le talc, disposé ailleurs en lames sur les surfaces du schiste, se distribue dans l'intérieur entre les noyaux quartzeux, ce qui fait changer la roche en gneiss ; ces assises plongent

fortement vers le nord, où elles sont couvertes par le marbre du Mont Altissimo. Pour en finir avec les schistes, je dirai que quelquefois sur des espaces limités le schiste talqueux couleur d'argent devient rouge foncé au moyen d'hématite développée entre les lames talqueuses ; puisque les morceaux de schistes employés pour construire les fours à chaux du voisinage prennent par la chaleur la même couleur rouge, on s'explique aisément que des actions plutoniennes aient pu produire le même effet. Il est aussi permis de supposer que le fer s'est introduit postérieurement dans beaucoup de schistes ; car les éjections ferrugineuses furent, à ce qu'il paraît, une des principales causes du métamorphisme dans ces montagnes.

Le calcaire s'élève au sud de Serravezza dans une belle montagne, le Monte Costa ;

Fig. 3. — *Vue du Monte Costa.*

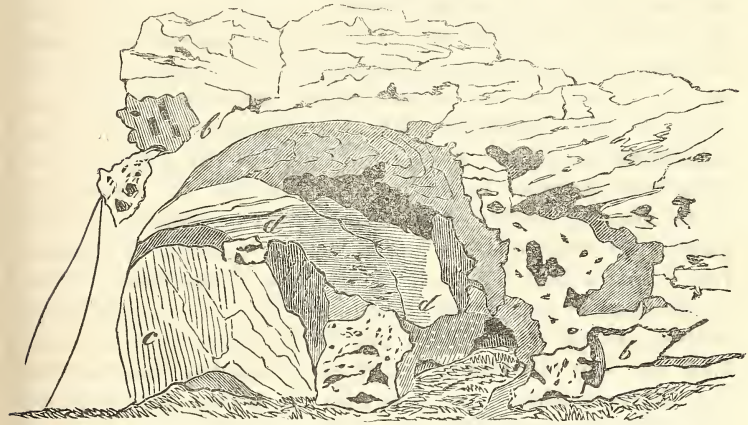
A. Buca delle Fate. — V.-V. Lit de la Vezza. — *a*, *b*, *c*. Voyez fig. 1, 2.

et ici on le voit clairement reposant à l'est sur le verrucano et recouvert à l'ouest par les schistes jurassiques. Les couches plongent vers l'ouest et le sud-ouest, et de ces côtés la montagne s'abaisse de plus en plus et va finir doucement au ravin de la Versilia ; de l'autre côté de ce torrent, les affleurements des schistes talqueux, inclinés de 45° en O.-S.-O., O., et O.-N.-O., forment un escarpement inaccessible. L'épaisseur du calcaire est d'environ 200 pieds ; dans la partie supérieure de la montagne le calcaire est découvert, privé de toute végétation ; mais au-dessous de la limite inférieure du calcaire, visible au loin par une série de carrières à marbre, la montagne est couverte d'une épaisse végétation nourrie par le sol schisteux du verrucano. En descendant d'abord doucement vers l'ouest, la surface du calcaire prend subitement, à la hauteur d'environ 100 pieds au-dessus de la vallée, une inclinaison plus forte et disparaît sous un petit promontoire formé de schistes talqueux, dirigé N.-S., incliné O. 30°,

et couvert d'une terre rouge ferrugineuse, qui sur presque toutes les montagnes calcaires de l'Italie centrale forme le sol végétal (1).

Près de la limite entre le schiste et le calcaire ce dernier s'avance comme un petit contre-fort à la base septentrionale de la montagne, faisant face vers la vallée de la Vezza. Cette protubérance est formée d'un calcaire caverneux gris clair, qui passe insensiblement au marbre grenu blanc grisâtre, dont la masse supérieure de la montagne est composée. Au milieu du calcaire caverneux

Fig. 4. — *Buca delle Fate.*



b. Calcaire caverneux. — *c.* Schistes jurassiques. — *d.* Calcaire ferrugineux et brécheux.

il y a une ouverture allongée appelée la *Buca delle fate* (le trou des fées), qui paraît s'introduire bien profondément dans la montagne. Autour de cette ouverture on peut à son aise examiner la structure curieuse du calcaire ; le toit est formé de

(1) M. Savi pense que la terre ocreuse rouge, qui recouvre les montagnes calcaires de la Toscane, résulte du dépôt de nappes d'eau acidule, qui auraient en même temps produit les corrosions de la surface de ces montagnes (*Bulletin*, 1re sér., 1833, t. III, p. C.). Je crois que cette terre rouge est plutôt d'origine volcanique. On sait que les cendres du Vésuve et des volcans romains éteints sont répandues à de très grandes distances sur les montagnes de l'Italie centrale. Or, si les Alpes Apuennes sont trop éloignées des volcans mentionnés pour être atteintes par leurs éjections aériennes, je pense que les éruptions serpentineuses et métallifères de la Toscane peuvent bien avoir été accompagnées par des éjections de cendres ferrugineuses.

calcaire gris compacte rempli de trous arrondis de toutes les grandeurs ; quelquefois les trous sont allongés et irrégulièrement ramifiés ; d'autres sont courbés en lignes concentriques, produisant ainsi une structure subglobulaire ; d'autres encore se prolongent en fissures, qui divisent la roche en des parties semblables à des blocs entassés les uns sur les autres. Il va sans dire que ce calcaire n'est point stratifié ; seulement on observe près d'un grand trou quelques petites plaques de calcaire à surfaces parallèles, qui conservent ainsi les dernières traces de la stratification oblitérée. En bas, au-dessous de la grande ouverture, le calcaire gris passe peu à peu à une roche rouge ferrugineuse semi-cristalline, caverneuse comme le calcaire, et renfermant des rognons de calcaire noir ; je ne saurais désigner cette roche autrement qu'en disant que c'est un calcaire pénétré d'oxyde de fer, ou, si l'on veut, un calcaire *ferrifié*. Nous verrons que cette espèce de roche se présente souvent dans les montagnes que nous examinons et qu'il y a tout lieu de croire qu'elle a joué le rôle d'une roche éruptive. Comme je viens de le dire, il n'y a point de limite entre le calcaire et cette roche ; par la désagrégation elle passe à un conglomérat de morceaux de calcaire et d'hématite, empâtés dans une ocre terreuse rouge. Au-dessous de ce conglomérat et du calcaire caverneux, il y a une argilolite de couleur gris jaunâtre, divisée indistinctement en plaques parallèles, qui sont inclinées 45° en N.-E. ; le calcaire repose sur les têtes de ces couches schisteuses ; mais sur le point du contact les deux roches sont confondues.

Du côté ouest du petit rocher que nous venons d'examiner, il y a encore une grotte appelée *Grotta delle fate*, où l'on voit les mêmes roches disposées d'une manière semblable ; seulement on trouve ici au milieu de l'argilolite de grosses veines ou filons de calcaire de couleur gris de fumée, de structure cristalline lamelleuse, et pénétré de vides anguleux comme dans les dolomies. Ces filons vont se ramifier de bas en haut, où ils se réunissent au toit de la grotte, qui est formé de calcaire caverneux gris clair. Les couches argileuses, qui supportent le calcaire, se continuent encore à l'ouest en dehors de la grotte, où elles plongent en N.-E. 60° ; ce n'est évidemment qu'un lambeau du terrain jurassique, détaché et appuyé contre le flanc du Monte Costa.

Si du pied du Monte Costa nous nous avançons vers le nord dans la vallée de la Serra, nous trouverons des deux côtés du torrent les schistes talqueux fortement redressés, dirigés en N. et inclinés 30° en O. ; nous laisserons à droite un petit ravin

nommé *canale di Giustagnano*, qui monte en E.-N.-E. vers le sommet boisé d'une montagne appelée la Cima. En poursuivant notre chemin dans le schiste nous passerons le petit chalet de Rimagno et nous traverserons du côté gauche de la Serra l'embouchure du ravin nommé *canale di Rio*, qui est dominé des deux côtés par les carrières à marbre de Rio et de la Capella ; vis-à-vis de cette dernière, mais du côté droit de la Serra la carrière de Trambiserra, située à quelques centaines de pieds au-dessus du torrent, étend ses lavines de marbre blanc à travers le boisage, qui revêt le pied de l'escarpement. Peu à peu la direction de la vallée se change de S.-N. en S. O.-N. E., et les schistes talqueux, dont nous sommes entourés, se dirigent aussi en N.-E. et s'inclinent en N.-O. ; enfin la vallée devenue de plus en plus étroite et escarpée se courbe en E. et le schiste du verrucano, semblable ici au gneiss, prend la même direction.

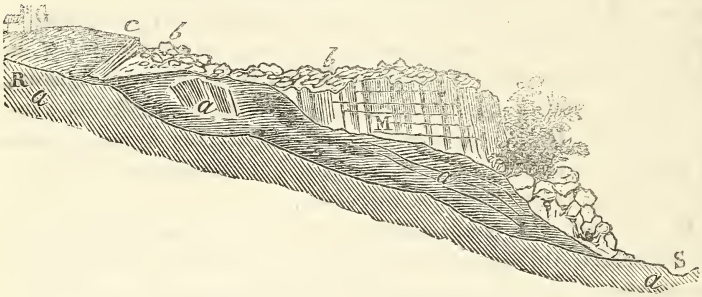
Ici le ravin finit subitement au pied de la masse éblouissante de blancheur du Mont Altissimo qui est du plus beau marbre saccharoïde. La partie principale de la montagne repose évidemment sur le verrucano dont les couches inclinées en N., forment au-dessous du marbre un escarpement de 50 pieds de hauteur. Les traces de stratification qu'on observe dans le marbre paraissent, dans la partie inférieure, être parallèles aux couches du verrucano, et au-dessous de la Falcovaia, du côté oriental de la montagne, on n'est pas autorisé à supposer quelque discordance entre les deux roches ; mais du côté ouest et dans les parties les plus élevées de l'Altissimo les joints des massifs de marbre prennent une position verticale qui sans doute a donné lieu à la pensée que ce marbre était disposé en filon, et serait débouché en état de fluidité ignée à travers le schiste (1). Le long d'une ligne tranchée dirigée en N.-O., qui de ce côté sépare le marbre du schiste, il y a une discordauce manifeste entre les deux dépôts, la stratification du marbre étant parallèle à cette ligne, pendant que les couches schisteuses aboutissent à de forts angles contre le marbre.

Retournons à présent sur nos pas pour examiner les calcaires du côté gauche de la Serra que nous avons notés rapidement en montant la vallée. Si l'on se place au sommet du canal di Rio, près du village de Giustagnano, on verra que les pentes escarpées du ravin qui est creusé dans le schiste sont couronnées des deux

(1) Cette opinion a été plus tard abandonnée par M. Savi. Les couches du marbre sont dirigées en N.-O. *Coupes des Alpes Apuennes*, p. 19.

côtés de bancs de calcaire que je nommerai d'après les noms des carrières de marbre qui y sont ouvertes. Du côté sud, on voit le calcaire de Rio ; du côté nord le calcaire de Capella. Je n'ai rien vu de plus singulier que la disposition de ces calcaires, et en les regardant à quelque distance, on doit convenir qu'ils ressemblent plutôt à quelque coulée de lave basaltique qu'à un dépôt neptunien.

Fig. 5. — *Vue du calcaire de Rio.*



G. Giustagnano. — M. Marbre de Rio. — S. Torrent Serra. — R.-S. Ravin de Rio. — *a*, *b*, *c*. Voyez fig. 1, 2.

Au haut de la pente près de l'église de Giustagnano, le calcaire de Rio apparaît subitement au milieu du schiste talqueux, dans une largeur très limitée et avec une épaisseur visible qui ne surpasse pas 10 pieds, puis il s'élargit à mesure qu'il descend la pente de la montagne, et prend peu à peu une épaisseur de 100 à 150 pieds. Le calcaire repose en discordance sur les têtes des couches redressées du schiste, et arrivée en bas près du bord de la Serra, la surface de la roche est crevée de mille fissures et couverte de blocs détachés qui constituent enfin une brèche remplaçant le marbre dont le milieu de cette masse calcaire est formé. Le calcaire de la Capella commence à la chapelle de Fabiano et se répand d'une manière semblable, en s'abaissant vers la Serra ; il offre à peu près la même disposition que le calcaire de Rio, et je pourrai ainsi me borner à décrire ce dernier.

D'après ce que je viens de dire, on conçoit qu'on ait pu parler, il y a trente ans, de coulées de marbre sorties d'une manière éruptive de l'intérieur de la terre, et s'il s'agissait de quelque tuf trachytique ou basaltique qui se serait trouvé disposé de la même manière, on ne se serait pas donné la peine de chercher d'autre explication que celle-ci : c'est une roche volcanique qui s'est fait jour au milieu du schiste qui a coulé sur la surface de celui-ci, qui a par sa chaleur altéré le schiste, et qui a pris, selon l'épaisseur

de la coulée aux divers points et selon les circonstances du refroidissement, soit une structure cristalline et prismatique, soit une forme brécheuse, scoriacée ou tufacée. J'ai trouvé moi-même sur l'Etna des filons d'un trachyte gris-clair qui sans doute, par suite d'un refroidissement trop subit, était devenu si mou et si friable qu'on pouvait à peine le distinguer d'un tuf volcanique disposé près de ces filons en couches qui certes n'étaient pas formées par voie ignée. De même j'ai trouvé près de Militello, dans le val di Noto, un tuf basaltique noir alternant avec le calcaire quaternaire, comme le font aussi les vraies coulées basaltiques du voisinage. Cette roche, formée sans doute par des cendres basaltiques délayées dans l'eau ne saurait être distinguée d'un basalte quelque peu désagrégé, si elle ne renfermait pas de nombreuses coquilles marines. On voit de ces exemples que ni les caractères minéralogiques ni même la composition chimique ne suffisent toujours à déterminer si une roche est de formation ignée ou aqueuse ; il faut avant tout vérifier la position géognostique du dépôt. Ces observations ne sont point superflues, puisque beaucoup de personnes sont portées à nier *à priori* une fluidité ignée du calcaire. Je ne suis pas de cet avis ; mais après un scrupuleux examen des calcaires en question, on ne peut plus conserver l'idée d'un épanchement que fait naître la première vue de ces roches. Aussi M. Savi a-t-il plus tard modifié ses idées. Ses coupes des Alpes Apuennes sont, à ce que je sais, assez correctes ; mais la description est trop peu détaillée pour que les personnes qui n'ont pas vu les lieux puissent être convaincues de l'exactitude des observations.

Quand on chemine dans le ravin de Rio vers l'est jusqu'au village de Giustagnano, on marche toujours sur un terrain schisteux ayant les couches inclinées de 15 à 30 degrés dans le sens de la pente du ravin, c'est-à-dire vers l'ouest. A l'entrée du village de Fabiano les schistes sont verticaux (dirigés N.-S.) ; quelquefois l'inclinaison est de 30 à 60 degrés vers le S.-O. Au haut du canal di Rio, la direction est N.-N.-O., l'inclinaison 80 degrés en O.-S.-O. Près de l'église de Giustagnano on voit l'extrémité supérieure du calcaire de Rio qui descend d'ici en ligne droite vers la Serra, formant vers le canal de Rio un escarpement dirigé en N.-O. Au pied de cet escarpement, dans le fond du ravin, on trouve les schistes redressés que je viens de mentionner. Dans un endroit ces schistes ont un plongement de 60 degrés vers le sud en dessous du calcaire ; mais leur inclinaison est généralement vers l'ouest. En tout cas, on ne peut pas douter que de ce côté le cal-

caire ne repose réellement sur les schistes qui doivent ainsi appartenir au verrucano.

Du côté méridional le calcaire de Rio est limité par un ravin beaucoup moins profond, dirigé E.-N.-E.; c'est le canal di Giustagnano (voy. fig. 1 F). Ici encore le calcaire repose sur le schiste ; mais ce schiste n'est plus le verrucano, et doit en réalité être supérieur au calcaire. En montant de la vallée de la Serra par ce ravin, on a toujours à main droite des schistes talqueux, et à main gauche du calcaire caverneux. Le schiste est d'abord régulièrement incliné de 30 degrés au S.-O.; plus haut la stratification est plus dérangée. Ainsi, dans un endroit, la direction du schiste est E.-N.-E., et les couches plongent en deux sens opposés, les unes au N.-O. et les autres au S.-E.

Fig. 6. — *Disposition du calcaire et du schiste dans le ravin de Giustagnano.*

Encore plus haut la direction est N.-N.-O., et l'inclinaison 60 degrés à O.-S.-O., et au sommet du ravin, près de Giustagnano, le schiste se trouve redressé verticalement (direction O.-E.), en ayant une inclinaison de 80 degrés vers le S. Ici les surfaces des couches sont plissées parallèlement par l'effet d'une pression latérale. Ces couches plissées sont appuyées contre un massif de calcaire

Fig. 7. — *Disposition du calcaire et du schiste dans le ravin de Giussagnano.*

qui plus loin, sous les maisons du village, supporte le même schiste incliné ici de 30 degrés à l'E.-S.-E. Ce calcaire est ici sans stratification ; mais à peu de distance l'affleurement d'un banc de calcaire est dirigé N.-S.

On s'aperçoit ainsi que le calcaire, qui jusqu'ici a reposé sur le schiste, provient en réalité du dessous de celui-ci. Le calcaire qui

commence ainsi, en se redressant et en se frayant passage au milieu du schiste (voy. fig. 5), est d'abord, comme en général au contact avec le schiste, scoriacé ou brécheux, formé de morceaux gris foncés, fétides, réunis par la chaleur, ou bien c'est une brèche de fragments de marbre blanc cimentés par de l'oxyde de fer. Le schiste du ravin de Giustagnano doit donc appartenir au terrain jurassique, et ce n'est que par une dilatation latérale que le calcaire liasique a pu couvrir ces schistes, de la même manière que cela s'est opéré à la Buca delle Fate.

Il est bien remarquable que sur toute la surface des calcaires de Rio et de Capella, il ne se trouve plus de trace de ces schistes jurassiques ; mais sans doute cette absence est due aux bouleversements éprouvés par le calcaire et à la dénudation par les eaux de la mer.

Je vais maintenant m'occuper des relations du calcaire avec les schistes soit inférieurs, soit supérieurs, que je viens de décrire. Près de Rimagno, sur le bord gauche de la Serra, les têtes redressées du schiste sont couvertes par un conglomérat ou brèche, formé de blocs et de petits morceaux anguleux de calcaire compacte, fétide, gris ou noir, et de marbre blanc cristallin, entassés irrégulièrement. Les fragments sont séparés par de nombreux interstices et paraissent adhérer les uns aux autres sans ciment ; les angles d'un fragment pénètrent souvent dans d'autres morceaux qui doivent ainsi s'être trouvés autrefois dans un état ramolli. Quelquefois il y a entre les morceaux une pâte rouge ferrugineuse qui est tour-à-tour compacte et lithoïde, ou désagrégée et terreuse. Les interstices sont souvent revêtus d'une écorce de tuf calcaire, renfermant quelquefois des Hélices ; mais cette infiltration postérieure n'est point essentielle à la formation de la brèche. Une pareille brèche se trouve généralement sur la limite des calcaires et des schistes. On devait s'attendre à trouver des morceaux du schiste talqueux renfermés dans la brèche ; mais, malgré des recherches minutieuses, je n'ai pas réussi à en découvrir, et je crois que ce fait est important à constater.

Quand on pénètre plus avant dans le calcaire, la structure brécheuse se perd peu à peu, et la roche devient un calcaire caverneux grisâtre ou jaunâtre ; quelquefois ce calcaire a une structure vésiculaire, étant rempli de vides anguleux qui ne sont séparés que par des parois très minces de calcaire jaune ou noir, semi-cristallin. Par l'influence des agents atmosphériques la surface de ce calcaire devient singulièrement celluleuse. Au delà de la limite du calcaire les trous et les fissures sont plus grands et

plus espacés ; ils se ramifient et ils entourent des parties plus étendues de la roche. Ici le calcaire devient gris clair, compacte, à cassure conchoïde, ou bien semi-cristallin, et il laisse apercevoir çà et là des traces de stratification. A mesure que les crevasses s'élargissent et qu'elles deviennent plus rares, plus régulières, elles prennent souvent une direction parallèle, et sont perpendiculaires aux surfaces des bancs du calcaire ; les petites fissures et les cavités irrégulières disparaissent de l'intérieur de la roche, divisée seulement par des joints de retrait en des massifs rectangulaires ; le calcaire caverneux s'est transformé en beau marbre saccharoïde. Ce passage de la brèche au marbre est plus lent ou plus subit, selon les localités ; mais il s'observe partout près de la surface du calcaire qui est toujours plus ou moins altérée, brécheuse ou scoriacée, et généralement couverte de gros blocs qui ne sont que des parties du calcaire même séparées par le fendillement.

Le marbre blanc (*statuario*) ne provient que du mont Altissimo; mais l'espèce la plus commune dans les carrières de Serravezza est le *bardiglio*, marbre blanc grisâtre ou veiné de flammes grises parallèles. Cette coloration suit sans doute les anciens joints de stratification d'ailleurs effacés, puisque la roche se fend en plaques parallèlement à ces veines. Dans les *cave* di Rio cette division est horizontale; mais dans une petite carrière située plus près de Giustagnano, le bardiglio est dirigé N.-O. et incliné N.-E. 60 degrés. Le marbre de Rio est taillé à pic; son escarpement est dirigé vers le N.-O. Cette direction se répète aussi dans les fentes verticales à l'intérieur du marbre, et dans des filons de calcaire celluleux scoriacé et de brèche à ciment ferrugineux qui traversent la roche près de sa limite. La direction N.-O. se manifeste encore dans une grande crevasse large de 2 à 3 pieds, qui traverse la montagne, quelquefois dérobée à la vue par les blocs calcaires qui la couvrent. Cette crevasse n'est point verticale; elle descend avec une inclinaison de 60 degrés vers le N.-E. à une profondeur inconnue. Le calcaire situé au S.-O. de cette crevasse est aussi, autant que la stratification effacée permet de le voir, dirigé au N.-O. et incliné de 60 degrés au S.-O.; du côté N.-E. de la crevasse, j'ai déjà mentionné le bardiglio incliné de 60 degrés au N.-E. Ainsi les couches du calcaire de Rio sont plissées en selle autour d'un axe de la direction indiquée.

Quant au calcaire de Capella, il se trouve stratifié sur une très petite étendue près de la chapelle de Fabiano (direction N.-O., inclinaison S.-O. 15°) ; plus bas la stratification s'efface et ne se fait plus remarquer que dans le bardiglio exploité dans les car-

rières dont les bancs sont presque horizontaux ou inclinés quelque peu en N. et en S. De même que le calcaire de Rio, celui de Capella finit au N. par un escarpement dirigé au N.-O., au delà duquel les schistes talqueux dominent jusqu'au pied de l'Altissimo. Vis-à-vis des carrières de la Capella, je citerai encore celles de Trambiserra situées à droite de la Serra, au milieu d'une pente assez escarpée formée de schistes talqueux inclinés fortement à l'O. La position isolée de ce lambeau, ainsi que la manière dont il s'amincit aux côtés et disparaît au milieu des schistes, indique l'existence dans ce lieu de grandes failles parallèles probablement à la vallée de la Serra, c'est-à-dire dirigée N.-S.

En faisant une excursion rapide le long de la vallée de la Vezza pour visiter la fameuse montagne de Stazzema, j'ai trouvé à peu près la même disposition des roches que celle décrite dans la vallée de la Serra (voy. fig. 2). La route suit toujours le torrent et est taillée dans le schiste talqueux qui, à partir de Serravezza, est incliné vers l'O. et le S.-O. Au village de Ruosina, à l'embouchure de la vallée de Basati (1), l'inclinaison change tout d'un coup, et d'ici jusqu'à Stazzema les couches plongent toujours vers l'E. A droite du torrent le marbre du mont Alto est exploité dans plusieurs carrières situées à des niveaux élevés. Ce calcaire occupe du côté oriental de la ligne anticlinale une position analogue à celle du calcaire de Rio du côté occidental. A Ponte-Stazzemese, la vallée se divise en deux embranchements séparés par la montagne de Stazzema.

En suivant la route qui du côté S. mène à Mulini, on voit d'abord au pied de la montagne le schiste talqueux couvert par un dépôt épais de calcaire gris foncé (dirigé N.-S., incliné E. 15°) qui est enfin recouvert par le schiste talqueux supérieur (jurassique). C'est au contact du calcaire avec ce dernier schiste que sont les fameuses carrières, aujourd'hui abandonnées, du Mischio di Serravezza, espèce de marbre que je décrirai plus tard. La partie supérieure du Monte di Stazzema est formée par les schistes jurassiques, traversés aussi bien que les calcaires qui les supportent, par des dykes de fer qui se réunissent pour former un seul amas de minerais de fer constituant le sommet de la montagne. Les mines, exploitées depuis quelques années par une compagnie d'actionnaires, sont situées du côté nord-est de la montagne où l'on a creusé une galerie qui descend assez rapide-

(1) Cette vallée, dirigée N.-S., est, comme l'a remarqué Savi, le centre du soulèvement de cette partie des montagnes.

ment à une profondeur considérable. Les filons sont d'une épaisseur énorme, et consistent en fer oligiste, en fer oxydulé magnétique et en fer oxydé brun. La dernière roche se trouve parfaitement fondue, scoriacée et celluleuse, comme si elle provenait d'un haut-fourneau. Entre les minerais produits du fond des galeries, il y a de beaux morceaux de marbre blanc empâtés dans le fer oxydulé (1); c'est une espèce de marbre semblable au mischio, et qui offre la preuve évidente, s'il en fallait une, que les dykes ont traversé le calcaire liasique aussi bien que les schistes superposés. La direction des filons est à ce qu'il paraît N.-S. (2).

Au voisinage des mines de fer, ce n'est plus le calcaire compacte presque noir que nous avons observé en allant de Ponte Stazzemese à Mulini ; du côté nord de la montagne, on monte d'abord sur des gradins taillés dans du marbre blanc; plus loin, vers Stazzema, le calcaire est entrecoupé par un haut escarpement dirigé N.-O., et ici, comme toujours, le bord du calcaire est formé d'une roche jaunâtre extrêmement celluleuse, semblable à un gâteau de cire, souvent désagrégée et terreuse. Au contact des dykes, le marbre est souvent pénétré de veines de talc lamelleux, verdâtre ou violacé, et cette brèche passe peu à peu au vrai *mischio di Serravezza* qui est un mélange (mischio) de morceaux de marbre blanc et jaune enveloppés dans une pâte rouge-violet ferrugineuse. Les morceaux ont quelquefois conservé leurs angles aigus, et sont alors grisâtres ou jaunes ; d'autres sont arrondis sur les bords et se confondent un peu avec la pâte, qui forme comme des nuages violets à l'intérieur des morceaux. Les morceaux blancs sont souvent allongés tous dans le même sens ; ils sont comprimés les uns contre les autres, comme s'ils nageaient dans un courant. Bref, ce marbre n'est évidemment que le produit de l'action immédiate des dykes de fer sur les calcaires dont on voit les fragments au milieu de la roche éruptive. L'autre espèce de mischio, dont la pâte est talco-schisteuse, au lieu d'être ferrugineuse, s'est formée plus loin des filons ferrifères, mais présente d'ailleurs les mêmes caractères. J'ai trouvé cette brèche

---

(1) Ici, comme à l'île d'Elbe, on a remarqué que le fer oligiste est changé en fer oxydulé au contact des dykes avec les calcaires. Ce fait s'explique par l'action désoxydante du bitume contenu dans tous les calcaires.

(2) La puissante action magnétique des filons sur ma boussole m'a empêché de vérifier la direction indiquée par Savi et d'autres géologues italiens.

aussi bien dans les carrières de Stazzema qu'au pied du Mont Altissimo. La manière dont le talc dans cette brèche paraît remplacer le fer fait penser que la magnésie et l'oxyde de fer peuvent en certains cas se substituer dans la composition des roches.

Je m'occuperai à présent de la disposition relative des massifs calcaires entre eux, de leurs rapports généraux et de la connexion qui devaient autrefois exister entre ces massifs. Je crois que la distribution si capricieuse des calcaires aux environs de Serravezza peut s'expliquer par l'effet de failles et de plissements qui se sont croisés suivant des directions différentes. Les coupes figures 1 et 2 sont dressées à peu près perpendiculairement l'une à l'autre : la première vers le N.-N.-E., la deuxième vers le O.-N.-O., et quoique ces directions diffèrent un peu de celles des torrents Serra et Vezza, les coupes suivent de très près ces deux vallées. Dans les coupes j'ai indiqué des failles dirigées N.-S. et N. O.-S. E., et dont les traces se voient clairement dans la direction des vallées et dans les escarpements du calcaire. Or, on ne pourra admettre l'existence de ces failles, ni expliquer l'isolement des massifs calcaires séparés par le terrain schisteux, sans convenir qu'il y a eu dans ces montagnes des soulèvements et des affaissements consécutifs d'une étendue considérable. Je pense donc qu'avant l'existence des failles les couches ont été soulevées par l'action plutonienne, de manière à former un dôme d'une hauteur beaucoup plus élevée que les cimes actuelles des Alpes Apuennes. Le sommet de ce dôme serait situé au point marqué par X dans les deux figures. Je crois que tous les massifs calcaires formaient alors une seule nappe continue reposant sur le verrucano et recouvert çà et là par les schistes jurassiques qui étaient d'ailleurs à cette époque enlevés en beaucoup de points par les courants. J'ai indiqué par des lignes pointillées l'étendue supposée du calcaire liasique. Certes, il n'y a rien de trop fantastique dans une telle supposition, et j'aurais pu sans exagération donner à ce dôme une forme encore plus élevée, ce qui aurait même facilité l'explication que je vais donner.

Aussitôt que les vapeurs qui avaient soulevé ce dôme avaient perdu leur tension, et s'étaient fait jour par les crevasses qui ne pouvaient pas tarder à se former à travers les dépôts, le soulèvement devait être suivi d'un affaissement ou d'un engouffrement d'autant plus violent que le soulèvement avait été plus considérable. Des failles s'étaient formées, et les différents massifs de montagnes s'étaient affaissés et soulevés relativement de la manière indiquée dans les figures par des flèches. Les sections affaissées des

dépôt avaient dû par suite de ce mouvement occuper un espace beaucoup plus étroit qu'auparavant et souffrir une énorme pression latérale. De même les parties des dépôts qui restaient en place ou qui s'affaissaient moins que les parties voisines, ce qui revient au même qu'un soulèvement définitif, étaient exposées à une pression violente du côté tourné vers l'ancien dôme. En supposant que les pentes du dôme étaient fortement inclinées en dehors et que les couches étaient ramollies par des émanations plutoniennes, on conçoit que le calcaire, une fois que sa continuité fut rompue par les failles, pouvait glisser sur les couches argileuses sous-jacentes et s'accumuler sur certains points, laissant découvertes d'autres parties du verrucano qui auparavant étaient couvertes de calcaire.

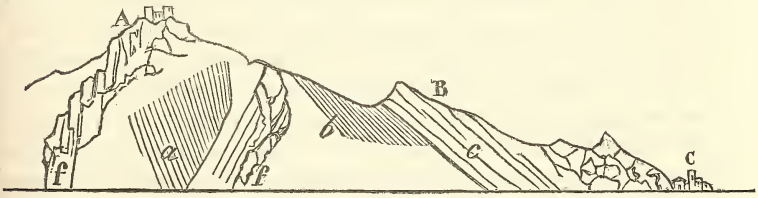
C'est ainsi que s'est formé à mon avis le Mont Altissimo, dont les couches verticales accusent une telle origine. Cette montagne s'élève à la hauteur de 4,891 pieds et le calcaire atteint ici une épaisseur vingt fois plus grande que celle des autres localités; on ne pourrait jamais s'expliquer cette différence, si les couches de l'Altissimo n'étaient pas plissées et bouleversées d'une manière extraordinaire. Par le glissement et l'écroulement des calcaires on s'explique comment le verrucano peut en beaucoup de lieux, qui sont entourés de massifs calcaires, se montrer seul sans être recouvert de dépôts plus modernes. Ainsi on devrait s'attendre à retrouver le calcaire sur les sommets des montagnes qui bordent des deux côtés la vallée de Basati (fig. 2); le calcaire n'y existe pas, et cette absence me porte à croire qu'il a été repoussé latéralement vers le nord, pour former les cimes de la Pania della Croce et de l'Altissimo. Le calcaire de Rio devait également se plisser, et s'écrouler vers l'enfoncement de la Serra, de grands blocs et des fragments détachés par cet éboulement devaient s'accumuler sur la pente de la montagne et former cet amas brécheux, qui se répandait comme un torrent boueux au-dessus des schistes jurassiques voisins.

LE MONTE PISANO.

Au milieu de la plaine de Pise, bordée vers le sud et vers l'ouest par les fleuves Arno et Serchio, s'élève un petit groupe isolé de montagnes faisant partie de la chaîne métallifère. D'après les recherches de Savi, la masse principale des monts Pisans consiste en quartzites, en gneiss, en stéaschistes et en schistes argileux. Ce terrain, compris par Savi sous le nom de *verrucano*,

tire ce nom du château ruiné de Verruca, qui occupe une éminence située près du bord méridional du groupe et qui était anciennement comme le *verrou* du territoire pisan dans les feudes avec les Lucquois. Superposés au verrucano se trouvent différents calcaires appartenant d'après Cocchi aux terrains triasiques (liasique), jurassique et crétacé; puis vient le terrain éocène représenté par le *macigno* et par des schistes marneux et des calcaires alternants, connus en Toscane sous les noms de *galestro* et d'*alberese*. Ces terrains plus modernes que le verrucano ne se trouvent que du côté ouest des monts Pisans, où ils constituent une série de monticules disposés irrégulièrement de S.-E. en N.-O. sur le bord de la plaine; ils atteignent rarement la hauteur de 500 pieds, pendant que le verrucano, formant le noyau intérieur du groupe, s'élève dans le Monte Serra à la hauteur de 2,800 pieds. La manière dont ces monticules de calcaire sont disposés le long du pied de la montagne est assez singulière; ils forment en général de petits contre-forts ou promontoires, qui s'avancent dans la plaine alluviale, et ces promontoires sont séparés les uns des autres par de profondes baies creusées dans les schistes qui supportent les calcaires; du côté de la plaine la plupart des calcaires deviennent caverneux et se divisent en blocs irréguliers.

Fig. 8. — *Vue de la montagne de Verruca.*



A. Ruines de Verruca. — B. Monte Oliveto. — C. Caprona (plaine de Pise). — *a*. Schistes violets. — *b*. Quartzites schisteux du verrucano. — *c*. Calcaire liasique. — *f*. Filons quartzifères.

Les ruines de Verruca occupent une position dominante sur une montagne, qui, vers le nord et le nord-est, est coupée presque à pic, mais qui vers le sud-ouest, s'abaisse doucement suivant le sens de l'inclinaison des couches. La montagne est composée inférieurement de schistes luisants violâtres et supérieurement de quartzites. A la descente vers Oliveto les quartzites passent à un grès quartzeux blanc sans ciment, à grains fins et schisteux; mais au sommet de la montagne les ingrédients sont plus grossiers, le quartz se réunit en veines et en gros nodules, de manière à

donner à la roche l'aspect d'un conglomérat. Les schistes violets qui supportent ces quartzites deviennent quartzeux à mesure qu'ils s'approchent du sommet et passent enfin à un gneiss entremêlé de talc et de chlorite. La direction des couches décrites est N. 20°, O.; l'inclinaison est O.-S.-O.; le grès quartzeux est incliné de 30°, plus haut les quartzites, sur lesquels repose le château, plongent de 60°; les schistes violets au-dessous des quartzites sont même redressés verticalement. Ces circonstances me font penser que la montagne est traversée par des *filons quartzifères*, parallèles à la direction des couches, et que ces filons ont contribué à former le gneiss et le quartzite à gros grains au sommet. En descendant la montagne vers le sud-ouest, on trouve les quartzites couverts par le calcaire liasique du Monte Oliveto, qui est d'abord régulièrement stratifié, mais qui peu à peu au bas de la pente devient crevassé; enfin les crevasses s'élargissent, le calcaire n'est plus qu'un amas de gros blocs anguleux, et ces blocs, jetés pêle-mêle les uns sur les autres, forment quelquefois de petites grottes. C'est dans ces grottes qu'on a trouvé dans une brèche de date moderne des ossements de mammifères éteints.

En voyant cette confusion, qui règne au pied du Monte Pisano, pendant que plus haut la stratification devient plus régulière, on ne peut qu'adopter l'opinion de Savi, selon laquelle les montagnes de la chaîne métallifère auraient subi sur leurs bords un grand affaissement, en même temps que leurs sommets étaient soulevés. Nous allons voir, en longeant le bord des montagnes, de nouvelles preuves de l'affaissement en question; quant au soulèvement récent des sommités, j'en ai trouvé des traces aux ruines de Verruca, où les affleurements des bancs de quartzite sont rongés et perforés par de grandes érosions, comme si les vagues avaient tout récemment cessé de battre ces rochers situés à 1,644 pieds au-dessus de la mer actuelle (1).

Entre Calci et Agnano il y a, le long de la chaussée, une série de grottes remarquables, qui communiquent souvent entre elles et qui forment ainsi au pied de la montagne une espèce de galerie percée du côté de la route d'ouvertures voûtées. Ces grottes sont toutes creusées dans le calcaire, qui s'appuie avec une forte inclinaison au S.-O. sur le verrucano, composé de schistes luisants violâtres et de quartzite, en couches alternantes. Le calcaire est d'abord gris clair à cassure esquilleuse, d'une stratification peu

(1) Voyez un fait analogue dans mon Mémoire sur Sorrento, p. 33.

distincte, qui près des grottes s'efface de plus en plus; puis la roche devient caverneuse et celluleuse, et est quelquefois bréchoïde, composée de fragments bruns ou gris foncé, à pâte de couleur plus claire. Le toit des grottes est formé exclusivement de calcaire caverneux homogène; mais à l'intérieur on trouve une brèche de gros fragments calcaires blancs, gris et noirs, réunis par un ciment rouge ferrugineux; ce ciment se trouve aussi tout seul, composant au fond d'une des grottes une roche hématitique non stratifiée; du côté de la montagne les parois de la grotte sont formées d'un calcaire gris compacte, vêtu d'une écorce celluleuse et scoriacée. Quand on sait que plus loin, près de San Guiliano, le calcaire liasique est couvert par des schistes rouges argileux, on doit soupçonner que la roche rouge au fond de ces grottes n'est qu'un lambeau des schistes jurassiques, plutonisés et enveloppés par l'épanchement latéral du calcaire caverneux, lors de l'affaissement sus-mentionné.

Les calcaires caverneux des monts Pisans montrent relativement aux schistes la même disposition que celle de Serravezza. Ainsi sur la route qui, des bains de San Giuliano, conduit à Santa Maria del Giudice, on voit, après avoir passé le col de la montagne, les schistes jaunes, luisants, du verrucano, couverts par le calcaire liasique; au point de contact le calcaire est jaune, celluleux et imprégné de fer, et des rognons de calcaire scoriacé séparent les deux roches. Le calcaire est devenu caverneux, a perdu sa stratification et repose en discordance sur les têtes d'une partie des schistes, qui ailleurs plongent régulièrement au-dessous du calcaire. Du haut d'un petit escarpement, formé par le calcaire, descend au milieu du schiste un embranchement ou filon de calcaire celluleux. Ce filon, qui est d'une épaisseur peu considérable, suit la direction du schiste (N. 70° O.), dont les couches sont presque verticales des deux côtés du calcaire.

Ce n'est pas seulement le calcaire liasique des monts Pisans, qui est changé par les actions plutoniennes en calcaire caverneux; en suivant le pied de la montagne vers le N.-N.-O. de San Giuliano à Ripafratta, nous verrons que des calcaires de tous les âges prennent par la plutonisation l'aspect caverneux, qui empêche souvent de les reconnaître. En même temps je ferai remarquer que les schistes intercalés entre les différents calcaires ont aussi été plutonisés, ce qui rend assez difficile leur classement géologique, puisque dans le territoire si bouleversé, que nous allons parcourir, des couches du même âge ont souvent un aspect très distinct pendant que d'autres couches, dont l'âge géologique est très diffé-

rent, ont acquis par la plutonisation une ressemblance trompeuse.

Je ne m'arrêterai pas à décrire les marbres blancs du Monte delle Fate et du Monte Pruno près de San-Giuliano, qui sont, d'après les géologues italiens, des calcaires liasiques et triasiques modifiés ; je dirai seulement que ce beau marbre passe quelquefois à un état arénacé et friable, qui le fait ressembler à une dolomie cristalline.

La surface du Monte delle Fate est couverte en quelques lieux par un calcaire cristallin brun-foncé ferrugineux, qui renferme des fragments de marbre blanc. Cette roche, souvent celluleuse, se trouve disposée en petites protubérances rongées et perforées, en discordance avec les couches du marbre. Je n'ose décider si cette roche ferrugineuse est le produit de sources calcaires ferrugineuses, ou de dykes ferrifères qui auraient pénétré le marbre.

En partant de San-Giuliano pour aller à Ripafratta, on trouve la succession suivante de bas en haut :

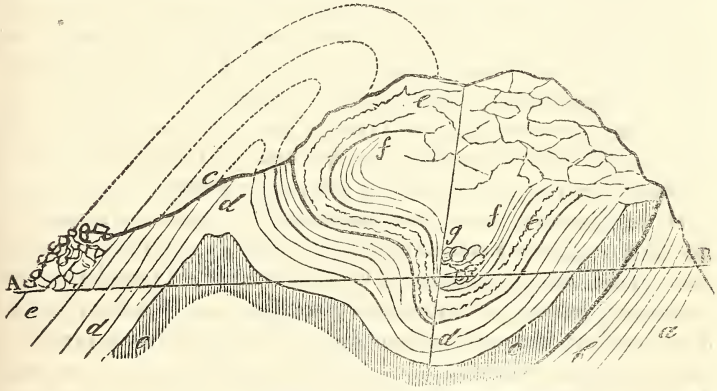
b. Calcaire noir en couches très redressées, exploité dans de grandes carrières.
c. Calcaire gris clair, veiné irrégulièrement de quartz.
d. Grès argileux micacé, gris foncé (*pseudo-macigno*).
Calcaire argileux gris foncé.
Marnes schisteuses, jaunâtres et olivâtres (schistes *bigarrés* ou *varicolori* des Italiens).
e. Calcaire crevassé, gris clair, à rognons et couches intercalées de silex noir. Les bancs supérieurs du calcaire sont traversés de petits filons de spath calcaire, les surfaces des couches sont rayées et usées parallèlement et les rognons de silex sont blanchis et désagrégés.
f. Schistes marneux, de couleur rouge-hépatique, jaspoïdes, dirigés N. 70° E. (schistes *galestrins* des Italiens).
Calcaire schisteux, gris jaunâtre.

Ces dernières couches s'avancent un peu dans la plaine où elles sont recouvertes de calcaire caverneux, formant près de Caldaccoli un petit promontoire. Celui-ci ne peut être formé que par l'éboulement d'un calcaire (*g*, alberese) subordonné aux schistes (*f*), éboulement que devait occasionner le plissement extraordinaire des couches dans ce lieu. L'axe de ce plissement paraît être dirigé au N. 20° E., pendant que les schistes sont fortement redressés suivant la direction N. 70° E. Cette divergence entre les directions paraît avoir produit une ligne de dislocation qui se prolonge à travers le Monte dei Bagni jusqu'à la route qui conduit de San-Giuliano à Santa-Maria del Giudice. Ici une faille dirigée N. 70° E. fait reposer les schistes violâtres du verrucano contre le calcaire

liasique d'un côté, pendant que les mêmes schistes plongent sous le marbre du Monte Rotondo de l'autre côté de la vallée.

Pour retourner au point de départ de cette faille, nous trouvons, après avoir passé près du promontoire mentionné, une répétition des couches crétacées et jurassiques que je viens d'énumérer. D'abord le calcaire (*e*) court comme un ruban horizontal le long de la pente, puis il s'élève de plus en plus, et monte verticalement jusqu'au sommet de la montagne où il est renversé et repose sur les têtes des schistes (*f*) inclinés 60° N.-O. Ces schistes galestrins, qui plus bas reposent régulièrement sur le calcaire, sont ici d'une couleur jaune qui passe dans l'intérieur des assises au gris verdâtre. La teinte rouge hépatique que nous avons remarquée auparavant ne se retrouve pas de ce côté du plissement, ce qui pourrait faire douter de l'identité des couches, si l'on ne savait pas que dans ces montagnes les couleurs des schistes sont tout à fait accidentelles. Au sommet du Monte dei Bagni on ne voit que du calcaire caverneux non stratifié, et l'on n'y distingue pas les divers schistes et calcaires que nous avons observés à la base de la montagne. Les seules traces de stratification que présente encore le calcaire (*e*), ce sont les rognons de silex qui, bien que blanchis et calcinés, suivent en lignes parallèles les limites de la roche.

Fig. 9. — *Vue et coupe de Monte Bagni, du N.-O. au S.-E.*



A. Corliano. — B. Bains de San Giuliano. — C. Capane di Rigoli. — A.-B. Niveau de la plaine de Pise.

Terrains (1) : a. *Carbonifère (verrucano)*. — b. *Triasique*. — c. *Liasique*. — d. *Jurassique*. — e. *Crétacé inférieur*. - f. *Crétacé supérieur*. — g. *Eocène (calcaire de Caldaccoli)*. (La direction des couches est indiquée en bas.)

(1) Les noms des terrains sont donnés sur l'autorité de M. Cocchi; c'est seulement l'ordre de superposition des couches décrites dans le texte que je prends sur moi.

Sur la descente de Capane di Rigoli vers Corliano le calcaire crétacé est suivi de schistes rouges et olivâtres (*d*) en couches très redressées, ainsi que de grès micacé. Ces couches, qui paraissent appartenir au terrain jurassique, sont recouvertes à Corliano par du calcaire caverneux (*e*) en blocs entassés. Cette répétition du calcaire au-dessus des schistes doit être le résultat d'un plissement des couches en sens inverse de celui que nous avons remarqué à Caldaccoli. L'axe du mouvement paraît avoir été dirigé au N. 20° E., direction qui se fait souvent remarquer de ce côté des monts Pisans. Par l'écroulement de la partie supérieure du soulèvement anticlinal indiqué par les inclinaisons des couches, le calcaire de Corliano s'est trouvé isolé.

Si nous traversons la plaine entre Corliano et Rigoli, nous trouvons encore ici un de ces contre-forts de calcaire caverneux qui s'appuient au pied des montagnes de Pise. Le calcaire de Rigoli (*e*) repose sur des schistes marneux rouges, inclinés 60° en O. Subordonnées à ces schistes on trouve çà et là des assises de calcaire marneux olivâtre, des schistes argileux gris foncés et des bancs de grès jaunâtre (pseudo-macigno). Ces divers dépôts, qui paraissent alterner indistinctement et sans ordre fixe, ont une grande ressemblance avec les schistes et le grès éocènes (macigno); mais puisqu'ils sont couverts partout entre Rigoli et le Monte Maggiore par le calcaire caverneux crétacé, je les crois jurassiques. Le calcaire caverneux occupe le sommet de la pente, et sa limite inférieure forme un petit escarpement au-dessus des schistes. La direction de cette limite est sensiblement en N.-S.; mais quelquefois des protubérances du calcaire caverneux descendent vers la plaine en dehors de la ligne. C'est ce qui a eu lieu à Mulina di Quosa où le calcaire acquiert une épaisseur de plusieurs centaines de pieds, pendant qu'il paraît en haut de la pente n'en avoir que quelques dizaines; mais, en examinant cette masse, on s'aperçoit que la plus grande partie n'est qu'un amas de gros blocs calcaires dont les interstices, quelquefois vides, sont souvent remplis par du tuf calcaire terreux et du travertin cristallin; mais d'autres parties, il est vrai, se lient intimement au calcaire caverneux ordinaire; c'est un calcaire celluleux jaune, cristallin, renfermant surtout près de sa face inférieure des fragments de schiste rouge et verdâtre et de calcaire gris foncé.

Comme je le disais tout à l'heure, la pente que suit la route à partir de Rigoli est couronnée par le calcaire crétacé (*e*); celui-ci repose sur les schistes bigarrés (*d*), et puis vient à la base de ceux-ci et formant quelquefois des rochers escarpés du côté de la

plaine, un calcaire gris, compacte, liasique (*d*). Ce dernier est quelquefois pénétré de veinules de fer oxydé brun; il prend alors une couleur brune ou gris de fumée, et joue, par rapport aux schistes superposés, le rôle d'une roche plutonienne. Autour des mamelons arrondis que forme en général le calcaire ferrugineux, les schistes sont fortement redressés, brisés et dérangés de mille manières. On voit que le calcaire plutonisé inférieur s'est élevé et s'est rapproché du calcaire supérieur, en écartant les schistes; quelquefois même ce rapprochement a réussi, de manière que les deux calcaires se confondent. A côté d'une espèce de filon du calcaire plutonisé il y a une masse brécheuse de calcaire caverneux renfermant des fragments de schiste verdâtre, brèche qui passe peu à peu dans la roche homogène et compacte qui forme le filon.

Le massif le plus considérable du calcaire crétacé se présente dans le Monte Maggiore (fig. 10, C), et entre cette montagne et Ripafratta on trouve une coupe complète du terrain éocène qui est d'ailleurs très peu développé dans les monts Pisans. Le calcaire crétacé, quoique fortement modifié, est reconnaissable au Monte Maggiore par ses assises intercalées de silex qui sont toutefois blanchies et brisées. Les couches sont dirigées au N. 30° E. et inclinées de 30° à 45° au N.-N.-O.; au-dessus du calcaire (*e*), mais à un niveau inférieur de bas en haut:

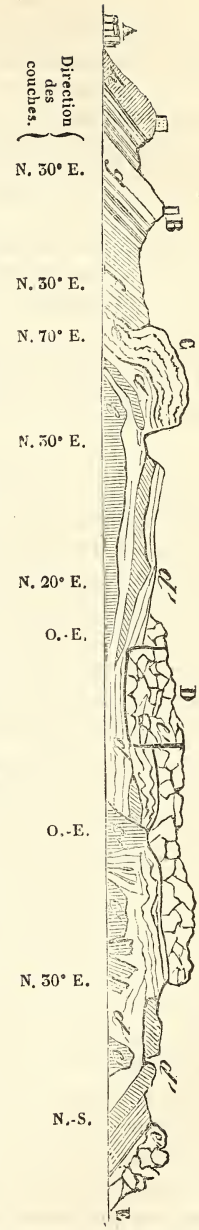


Fig. 10. — *Vue et coupe de Ripafratta à Rigoli, du N. au S.*

A. Ripafratta. — B. Torre di Ripafratta. — C. Monte Maggiore. — D. Mulina di Quosa. — E. Rigoli.
c. *Calcaire liasique.* — c'. *Le même, plutonisé.* — d. *Schistes bigarrés jurassiques.* — d'. *Grès subordonné au schiste (pseudo-macigno).* — e. *Calcaire crétacé.* — f. *Schistes galestrins.* — g. *Calcaire éocène (alberese).* — h. *Grès macigno.*

Couche d'argile schisteuse jaune.

e. Banc de calcaire à silex.

f. Schistes marneux rouges, quelquefois endurcis et jaspoïdes (galestro).

g. Alternance de bancs de calcaire (alberese) gris clair, sans silex, et d'argile schisteuse jaune, à la tour de Ripafratta, dir. N. 30° E., incl. 15° N.-O.

Schiste marneux, de couleur rouge-hépatique, inclinés 40° N.-O.

Schistes marneux jaunes.

h. Grès micacé, en bancs épais (macigno), au vieux château de Ripafratta.

En réunissant cette coupe à celle donnée à la page 215, on aurait (à l'exception du verrucano) la série complète des terrains du Monte Pisano.

RÉFLEXIONS GÉNÉRALES.

Relativement à la métamorphose des calcaires et des schistes, il y a une circonstance qui doit frapper tout d'abord le géologue; c'est que les calcaires des Apuennes et du Pisano, quoiqu'ils soient bouleversés, perforés, fendillés et traversés par des filons, enfin plutonisés de tant de manières différentes, ne sont jamais transformés en dolomies cristallines. Les marbres saccharoïdes et les calcaires caverneux peuvent contenir une certaine quantité de magnésie; mais ce ne sont pas des dolomies proprement dites. N'est-il pas bien surprenant que la magnésie qui a dû, en solution ou en vapeur, pénétrer les schistes paléozoïques et jurassiques pour transformer ces couches quartzeuses ou argileuses en gneiss et en talcschistes, en s'y combinant avec la silice, que cette magnésie ne soit pour quelque partie entrée en combinaison avec le calcaire pour former de la dolomie? Je ne saurais expliquer cette singularité qu'en supposant que la magnésie a été, lors de son introduction dans les dépôts altérés, combinée avec un fort acide volatil tel que l'acide hydrochlorique ou sulfurique. A une haute température, la silice renfermée dans les schistes devait priver ces acides de leurs bases, se combiner à la magnésie et mettre les acides en liberté. Ces acides auraient attaqué alors le calcaire et formé du chlorure de calcium ou du sulfate de chaux. Le dernier, le gypse, étant peu soluble dans l'eau, serait resté près du lieu de sa formation; mais puisqu'on ne trouve pas de gypse dans les montagnes que nous examinons, on ne peut pas supposer que la

solution magnésienne ait été sulfurique. D'autre part, si la magnésie était originairement combinée avec l'acide hydrochlorique, le chlorure de calcium qui se serait alors formé se serait aussitôt dissout et aurait disparu, en laissant dans les dépôts calcaires des vides et des érosions. Or c'est justement ce que je crois être arrivé, et beaucoup de trous, surtout les petits vides dans les calcaires celluleux, s'expliqueraient aisément par une corrosion à l'aide de l'acide hydrochlorique.

De même les mélanges du calcaire celluleux avec de l'oxyde de fer pourraient s'expliquer par l'introduction du chloride de fer soit à l'état sec (sublimé), soit en dissolution au milieu du calcaire. Du reste, les observations à Stazzema et en d'autres lieux prouvent que les oxydes de fer peuvent se combiner avec le carbonate de chaux par voie ignée et former ainsi une espèce de roche éruptive.

Une autre circonstance remarquable, c'est que dans les Alpes Apuennes le calcaire caverneux ne renferme jamais de fragments de schiste talqueux, quoique le calcaire ait en certains endroits soulevé les schistes jurassiques et se soit répandu au-dessus d'eux. J'ai de même fait remarquer la nudité de la surface des calcaires caverneux qui n'est nulle part couverte par le schiste qu'on devait s'attendre à y trouver. Je crois qu'on a ici la preuve que le bouleversement des calcaires et l'action qui leur donnait en grande partie leur disposition actuelle sont antérieurs à la métamorphose des schistes en talcschistes, et des conglomérats calcaires en calcaires caverneux. Les fragments des schistes non altérés qui devaient par le bouleversement être renfermés au milieu des calcaires ou qui convraient leur surface, pouvaient difficilement se transformer plus tard en talcschistes, étant en contact avec le calcaire dont la présence paraît avoir changé le jeu des affinités chimiques. Ainsi les fragments schisteux, qu'on apercevrait encore aisément s'ils eussent été talqueux lors de leur mélange avec le calcaire, restaient à leur état primitif, mous et friables, et devaient aisément être enlevés par les eaux. Aussi je ferai remarquer que les rapports des calcaires et des schistes sur les points de contact ne sont pas en général très clairs, et que le schiste talqueux est souvent très désagrégé sur ces points. A la Grotta delle Fate, par exemple, les schistes ne sont point talqueux, mais argileux, désagrégés et d'un aspect feldspathique. Le calcaire argileux jaunâtre et désagrégé qui se trouve souvent sur les points de contact résulte sans doute de la réaction chimique et électrique entre les roches calcaires et schisteuses; de même, dans le Monte Pi-

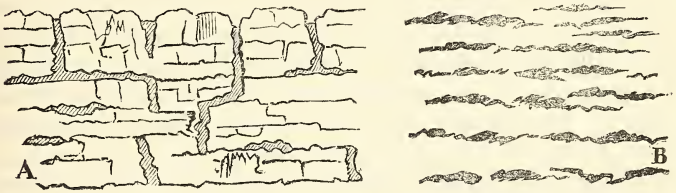
sano, les schistes talqueux du verrucano ne se trouvent jamais en contact immédiat avec les calcaires ; il y a toujours une sorte de scorie calcaire entre les deux roches.

D'un autre côté, des fragments des schistes jurassiques rouges et verts sont quelquefois empâtés dans les calcaires caverneux des monts Pisans. Ce fait n'est point, à mon avis, une preuve que les calcaires des monts Pisans ont été plutonisés à une autre époque que ceux des Alpes Apuennes ; cette circonstance indique seulement que l'action qui modifiait les schistes jurassiques du Pisan n'est point identique avec celle qui changeait en talcschistes les couches des Apuennes. Ainsi il y a entre les schistes des Alpes Apuennes et des monts Pisans cette différence, que les premiers sont tous talqueux mais peu colorés et peu imprégnés des oxydes du fer ; les schistes du Pisan au contraire, soit qu'ils appartiennent aux terrains carbonifère (verrucano), jurassique, crétacé ou éocène, sont tous fortement colorés par du fer en divers états d'oxydation, mais ne sont pas talqueux, à l'exception des schistes du verrucano, qui sont à la fois fortement colorés et talqueux. Dans ce que je viens de dire sur la manière dont la magnésie s'est probablement introduite dans les schistes talqueux des Apuennes, et sur l'influence que devrait exercer le calcaire au point de contact avec les schistes, je trouve aussi l'explication de l'absence des schistes talqueux dans les terrains supérieurs des monts Pisans. Ces terrains sont composés principalement de marnes et d'argiles, mais sont dépourvus de couches quartzeuses, dont la silice pourrait se combiner avec la magnésie. D'autre part, le verrucano du Pisan et des Apuennes, ainsi que les schistes jurassiques de la dernière localité, abonde en couches siliceuses et est privé des couches marneuses.

Un accident qui devait faciliter l'action plutonienne sur les roches tant calcaires que schisteuses, et qui devait même être le précurseur nécessaire de la plutonisation, c'est le *fendillement*. Dans les calcaires caverneux très dérangés on a rarement l'occasion d'observer le premier commencement du fendillement ; sans doute les fentes sont là, mais elles ont perdu leur première régularité, elles se sont dilatées, ramifiées et réunies en des crevasses irrégulières. Mais dans les calcaires à stratification régulière, et dont la plutonisation n'a que commencé, on trouve souvent de beaux exemples de fendillement. Ainsi les bancs de calcaire éocène, qui supportent la tour de Ripafratta (fig. 10, B), sont traversés de nombreuses fentes parallèles à la direction et verticales aux surfaces des couches ; ces fentes tour à tour dilatées et rétrécies, commu-

niquent entre elles par des canaux parallèles aux couches. Sans doute ces petits canaux ont laissé passage à des gaz et à des eaux acidules, qui ont emporté quelque partie du calcaire. Au Monte Maggiore (fig. 10, C) le calcaire crétacé est également fendillé et dans la même direction (N. 30° E.) qu'à la tour de Ripafratta. Le fendillement au Monte Maggiore étant très prononcé et divisant à angles droits les bancs oblitérés du calcaire, on a de la peine à distinguer cette fausse stratification de la véritable.

Fig. 11. — *Fendillement du calcaire à Ripafratta.*



A. Élévation. — B. Plan.

Près de la tour de Ripafratta on observe de singuliers changements de couleur dans les schistes éocènes. Ces schistes marneux alternant avec le calcaire sont tour à tour jaunes et rouge foncé, et ces couleurs ne sont ordinairement que superficielles, puisque l'intérieur des couches est souvent verdâtre ou olivâtre. Ne doit-on pas penser que les fentes que je viens de signaler dans ces couches ont laissé passage à des vapeurs qui ont tantôt oxydé et tantôt désoxydé le fer, dont les schistes étaient pénétrés? Je crois que de pareilles altérations se sont produites le long des fentes dans tous les terrains qui composent les montagnes du Pisan; les schistes de tous les âges sont bigarrés de diverses teintes grises, verdâtres, bleuâtres, jaunes, rouges et violettes, qui passent de l'une à l'autre, ce qui rend souvent difficile la distinction des terrains. En beaucoup de cas, ces couleurs ne sont qu'une espèce de thermomètre qui indique le degré de chaleur qu'ont subi une fois ces couches; en d'autres cas, où les couches diversement colorées sont entremêlées, on doit supposer que des émanations plutoniennes et les forces électro-chimiques ont contribué à produire les accidents dont je parle. C'est ici le lieu de mentionner que souvent les schistes marneux verts sont ornés sur les faces des couches, de dendrites provenant d'oxyde de manganèse.

Le fendillement du calcaire n'est que le commencement de l'état

brécheux ou caverneux de cette roche. Si le fendillement va jusqu'à causer une désagrégation de la roche en fragments de diverses grandeurs, il en résulte un amas ou un conglomérat incohérent; cet accident, que j'ai souvent observé dans les dolomies d'Amalfi, ne se voit pas dans les montagnes dont nous nous occupons, parce que les fragments sont en général réunis de nouveau. Cette réunion n'est point effectuée par quelque ciment; les fragments sont simplement réunis par la chaleur; la roche a été dans un état de fusion qui effaçait les joints mais qui ne suffisait pas toujours pour faire disparaître les plus grands interstices entre les blocs, d'où résultent beaucoup de trous, dont la roche est perforée; d'autres cavités servaient de réservoirs à des vapeurs ou à des gaz. Les petits trous ronds dans les calcaires celluleux me paraissent être l'effet d'une corrosion par l'acide hydrochlorique. J'ai cité dans ce qui précède trop d'exemples qui prouvent la fluidité à un certain degré du calcaire caverneux et son épanchement latéral sur les schistes, pour que je m'y arrête davantage; mais quant à la fusion du calcaire je dois ajouter que je n'entends point par là une fusion ignée, mais un ramollissement effectué par l'action combinée de la chaleur, de courants et de vapeurs d'eau suréchauffée, chargée d'acides. Cette opinion déjà émise par Savi (1) en 1830, explique d'une manière satisfaisante les faits observés par moi, et est appuyée par les observations faites dans le reste de la Toscane.

Quant aux calcaires saccharoïdes, ils offrent dans leur gisement tant de points de ressemblance avec les calcaires caverneux, et il y a dans tant de lieux des passages entre ces roches, qu'on ne peut pas les séparer pour l'époque de leur transformation. Entre les marbres et les calcaires caverneux il existe seulement cette différence, que les premiers se trouvent uniquement dans l'intérieur des massifs qui ont acquis par les plissements et les bouleversements une grande épaisseur. Partout dans le voisinage des schistes les marbres sont couverts d'une écorce ou d'une sorte de scorie formée de calcaire caverneux et de brèche à oxyde de fer. On conçoit aisément que le degré de chaleur longtemps continué, qui était nécessaire pour la cristallisation du calcaire, ne pouvait se maintenir que dans les dépôts d'une certaine épaisseur, et que le voisinage des schistes

(1) *Observations sur les terrains anciens de la Toscane*, p. 9. Les idées de Savi ont été approuvées par M. Boué, qui en a donné un résumé en 1833. Voy. *Bull. Soc. géol.*, 1re sér., t. III, p. XLIII.

devait occasionner un refroidissement plus subit qui empêchait la cristallisation. Le *bardiglio* est un état intermédiaire entre le calcaire non altéré et le *statuario* ; la roche a été blanchie le long des fentes et des joints de stratification, pendant qu'elle conserve encore à l'intérieur des assises la couleur grise provenant du bitume du calcaire originaire.

Pour fixer les époques de soulèvement, d'affaissement et de plutonisation, on trouve dans les Alpes Apuennes et dans le Monte Pisano peu de dates. Des observations que j'ai rapportées, on peut conclure toutefois que les principales révolutions dans ces montagnes sont arrivées après l'époque éocène, puisque les couches de ce terrain sont dérangées et altérées aussi bien que les terrains plus anciens. Puisqu'il n'y a pas dans ces montagnes de dépôts miocènes et pliocènes, ce n'est que par la comparaison des dépôts dérangés de nos montagnes avec ceux des autres parties de la Toscane qu'on peut parvenir à une opinion sur la question d'âge. C'est par ce moyen que les géologues italiens (1) ont essayé de fixer les dates des principaux événements géologiques survenus en Italie durant l'époque tertiaire, et c'est principalement d'après leur autorité que je rapporte les conclusions qui suivent.

Le premier soulèvement de la chaîne métallifère serait arrivé à la fin de l'époque éocène, lors de l'éruption de l'ancienne serpentine, et aurait été marqué par l'épanchement de nombreux filons de fer, de cuivre, de plomb, de quartz et de granite. La direction des filons de fer est le plus souvent N.-S., et il est certainement remarquable que le grand dyke de Stazzema est situé à très peu près sur le même méridien que les célèbres mines de fer de l'île d'Elbe. Il est probable que les vallées de la Serra et de la Vezza furent ouvertes à la même époque, et que les calcaires acquirent alors leur disposition actuelle. En même temps je crois que le Monte Pisano fut pénétré d'émanations ferriques, phénomène qui prenait ici un développement d'autant plus large qu'il ne trouvait pas, comme à Stazzema, des issues ouvertes aux éjections ignées. Il se forma aussi par voie ignée des combinaisons de fer avec les calcaires liasiques (Stazzema, Rigoli).

On croit que les éruptions de la serpentine moderne, appelée *ophicalce*, furent, à la fin de l'époque miocène, accompagnées de

---

(1) Voyez notamment le mémoire important de M. Cocchi, cité plus haut, et le *Saggio comparativo dei terreni d'Italia*, de Pilla. (Pise, 1845.)

ces éruptions aqueuses, qu'on a nommées *hyaro-plutoniennes*, et qui achevaient de transformer les calcaires et les schistes. La date de ces éruptions a notamment été fixée par les observations sur un dyke de calcaire celluleux métallifère à Val d'Aspra et sur les filons de calcédoine qui traversent, suivant la direction O.-E., le monte Rufoli. On fixe aussi à la même époque le soulèvement principal (O.-N.-O.) des Apennins. D'ailleurs la direction N.-N.-E. s'est aussi fait sentir, puisque, selon Pilla, les couches du miocène à Superga et en Calabre, la serpentine en Ligurie et le macigno en Toscane sont alignés suivant cette direction. Pour le macigno du Monte Pisano je ne puis que confirmer cette observation.

Enfin le commencement de l'époque quaternaire ou pliostocène est marqué par l'affaissement partiel de la chaîne métallifère, événement dont nous trouvons la date dans les brèches ossifères du Monte Pisano. Ces brèches se trouvent au Monte Oliveto et à la Mulina di Quosa, et dans ces deux localités j'ai remarqué des dislocations dirigées en N.-N.-O., direction d'ailleurs peu commune dans les monts Pisans, mais qui est, comme on sait, celle de l'axe de soulèvement de la chaîne métallifère.

Table des observations sur la stratification (1).

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
0	0	* Carrières de Rio, marbre bardiglio.
O.-E.	5° N. et S.	* Carrières de la Capella, bardiglio.
	30 N.	* Mont Altissimo, gneiss talqueux (*a*) au-dessous du marbre.
	60 S.	* Canale di Rio, schiste talqueux (*a*).
	80 S.	* Canale di Giustagnano, schiste talqueux plissé (*d*) reposant sur le calcaire.

(1) Les observations dans les Apuennes sont marquées d'un astérisque. Les lettres italiques indiquent les terrains (voir la figure 9, page 219). Je ferai remarquer que la direction N.-O., si dominante au voisinage de Serravezza, ne se trouve presque pas dans les monts Pisans; d'autre part la direction N.-N.-E., si prononcée dans le terrain éocène de Ripafratta, est assez peu reconnaissable dans les Apuennes. S'il était permis de tirer des conclusions générales d'observations faites sur un terrain si limité, je dirais que le fait signalé prouve, pour le territoire en question, la date plus moderne de la direction N.-N.-E. en relation à la direction N.-O., puisque celle-ci n'affecte que des terrains antérieurs à l'époque éocène.

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
O.-E.	80° S.	Mulina di Quosa, dislocation du calcaire caverneux et des schistes bigarrés (*d*). Filons parallèles de quartz dans les grès pseudo-macigno.
N. 80° O.	10 S.	Asciano, schistes violets (*a*) couverts par le calcaire.
	30 N.	San Giuliano, col conduisant à Santa-Maria del Giudice sur la route de Lucques, calcaire gris stratifié à couches et filons (?) intercalés de quartz blanc (*c*).
N. 70° O.	30 S.-O.	* Serravezza, calcaire jaune altéré (*c*) au milieu du schiste, vis-à-vis du palais ducal.
	60 N.-E.	San Giuliano, col vers Santa-Maria, schistes luisants rouges et jaunes (*a*) couverts par le calcaire du Monte Rotondo.
	60 S -O.	Monte Nero, près de Livourne, schiste et calcaire alternants du macigno, traversés par le gabbro.
N. 50° O.	30 S.-O.	San Giuliano, montée vers le col de Santa-Maria, calcaire gris foncé (*b*).
N.-O.	15 S.-O.	* Chapelle de Fabiano, calcaire gris stratifié (*c*).
	20 N.-E.	* Id. schiste talqueux au nord du calcaire.
	30 S.-O.	* Pietrosanta, schiste talqueux gris.
	30 S.-O.	* Serravezza, entrée de la ville, gneiss à noyaux et veinules de quartz (*d*).
	30 S.-O.	* Canale di Giustagnano, schiste talqueux (*d*) au-dessous du calcaire.
	60 S.-O.	* Canale de Rio, schiste talqueux (*a*).
	60 S.-O.	* Rio calcaire schisteux cristallin (*c*).
	60 N.-E.	* Rio, filons de calcaire celluleux dans le marbre.
	— —	* Giustagnano, bardiglio.
	— —	* Dislocations du calcaire et du schiste à Rio, Capella, Monte Altissimo et Monte di Stazzema.
	60 S.-O.	Caldaccoli, calcaire schisteux jaune (*f*).
	— —	Mulina di Quosa, dislocation du calcaire.
N. 30° O.	30 S.-O.	Rigoli, schistes marneux rouges (*d*).
	45 N.-E.	Mulina, route de Rigoli, schistes rouge violet (*d*) et calcaire à silex (*e*).
	45 S.-O.	Asciano, calcaire caverneux reposant sur les schistes violets (*a*).
N. 20° O.	15 S.-O.	* Canale di Giustagnano, calcaire caverneux (*o*) reposant sur le schiste talqueux, qui est incliné 60° S.-O.
	30 S.-O.	* Rimagno sur le Serra, schiste talqueux (*d*).
	45 S.-O.	* Corvaia sur la Versilia, id.
	80 S.-O.	* Canale di Rio, schiste talqueux (*a*).
	15 N.-E.	Mulina route de Rigoli, schistes noirs (*d*) au-dessous du calcaire.
	30 S.-O.	Mulina, route de Ripràfatta, calcaire gris (*e*) recouvrant les schistes rouges (*d*).
	30 S.-O.	Verruca, descente vers Oliveto, grès quartzeux blanc (*a*).

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
N. 20° O.	90° S.-O.	Id., schistes violets luisants au-dessous du grès précédent.
N. 10° O.	15 —	Rigoli, route de Mulina, calcaire gris caverneux recouvrant un grès brun jaunâtre (*d*).
	45 S.-O.	Asciano, schistes violets (*a*).
	60 S.-O.	Verruca, quartzite noduleux au sommet (*a*).
N.-S.	15-30 O.	* Vallée de la Serra et partie inférieure du ravin de Rio, schiste talqueux.
	15 E.	* Ponte Stazzemese, calcaire noir (*b*).
	90 —	* Fabiano, schiste talqueux (*a*) dans le canal di Rio.
	— —	* Stazzema, filons de fer.
	30 O.	Corliano, près pseudo-macigno (*d*) couvert par le calcaire caverneux.
	60 O.	San Giuliano, calcaire noir (*b*) exploité dans les carrières au bord de la plaine.
	90 —	Capane di Rigoli, schistes bigarrés (*d*) et calcaire caverneux *e* redressés.
	90 —	Civitavecchia, macigno sur la place au nord de la ville (plus vers le sud incliné 15° O.)
N. 10° E.	30 O.	Monte du Baqui di San Giuliano, calcaire à silex noir (*e*) au sommet.
	45 O.	San Giuliano, route de Caldaccoli, calcaire veiné de quartz (*e*).
	90 —	Id., calcaire noir (*b*) au-dessous du précédent.
N. 20° E.	30 N.-O.	* Serravezza, schiste talqueux (*d*).
	80 S.-E.	* Giustagnano, schiste (*d*) reposant sur le calcaire.
	30 N.-O.	Verruca, grès blanc schisteux (*a*) couvert par le calcaire du Mont Oliveto.
	60 S.-E.	Entre Mulina et Ripafratta, schistes bigarrés (*d*) reposant sur un calcaire gris (*c*).
	90 —	Capane di rigoli, descente vers Corliano, grès pseudo-macigno (*d*), incliné quelquefois 30° N.-O.
	90 —	Caldaccoli, calcaire schisteux jaune (*f*) au versant du Monte du Bagni, plus bas reposant sur le calcaire à silex (*e*) et incliné 30° S.-E.
N. 30° E.	10 N.-O.	Monte Maggiore, schistes bigarrés (*d*) supportant le calcaire à silex (*e*) sur la route de Mulina.
	30-45 N.-	Id., calcaire blanc fendillé à silex noir (*e*) composant la montagne.
	15-40 N.-	Id., vers Ripafratta, schistes marneux colorés (*f*) et calcaire (*g*) alternants, qui reposent sur le précédent.
N. 40° E.	30 N.-O.	San Giuliano, montée vers le col de Santa-Maria, calcaire noir stratifié (*b*).
	60 N.-O.	Monte du Bagni, schistes calcaires jaunes (*f*) vers le sommet, couverts par le calcaire caverneux renversé.
	90 —	Civitavecchia, macigno très dérangé formant un petit promontoire au nord de la ville.

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
N.-E.	45° N.-O.	* Vallée supérieure de la Serra, schiste talqueux (*a*).
	90 —	* Serravezza, montée vers Giustagnano, schiste talqueux (*a*).
	30 N.-O.	Monte du Bagni, schiste calcaire verdâtre (*f*) au sommet, reposant sur le calcaire à silex (*e*).
	30 N.-O.	Rigoli, route de Mulina, schistes bigarrés (*d*) au-dessous du calcaire caverneux.
	45 N.-O.	Monte Maggiore, schiste marneux rouge (*f*) au pied.
	60 N.-O.	Mulina, grès (*d*) au-dessous du calcaire caverneux.
	90 —	Monte du Bagni, versant méridional, calcaire gris à veines de quartz (*c*).
N. 50° E.	60 N.-O.	Caldaccoli, calcaire gris clair à silex noir (*e*).
N. 60° E.	30 N.-O.	Monte Maggiore, route de Mulina, marne schisteuse jaune (*f*) reposant sur le calcaire.
	90 —	San Giuliano, route de Caldaccoli, calcaire marneux jaunâtre et verdâtre (*d*).
N. 70° E.	— —	* Canale di Giustagnano, limite entre le calcaire (*c*) et le schiste talqueux (*d*).
	60 N.-O.	Monte Maggiore, route de Mulina grès brun micacé (*d*) supportant le calcaire.
	60 N.-O.	Caldaccoli, schistes rouges jaspoïdes (*f*) séparant le calcaire à silex (*e*) du calcaire caverneux, qui forme le promontoire.
	60 N.-O.	San Giuliano, col de Santa-Maria, calcaire à veines de quartz (*c*), contre lequel sont appuyés :
	90 —	— des schistes violets luisants (*a*), recouverts à leur tour par le calcaire du Monte Rotondo (faille).

Séance du 6 *février* 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,

Vice-Président.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Bouchard-Lemaire, propriétaire, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), présenté par MM. Bouchard-Chantereaux et Ch. Sainte-Claire Deville.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Göppert, *Ueber die versteinerten Wälder im nördlichen Böhmen und in Schlesien*, in-4, 11 p., 3 pl. Breslau, 1859; chez Grass, Barth et Ce.

De la part de M. Jules Guillemin, *Explorations minéralogiques dans la Russie d'Europe en* 1857 *et* 1858, in-8, 196 p., 1 carte. Paris, 1859; chez Bénard, etc.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, n° 5.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. VII, 1859. — *Bulletin des séances*, f. 7, 14.

L'Institut, n° 1361, 1860.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 133, 13e année, janvier 1860.

Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg, t. VI, 1858.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, t. V, 1er cahier, 1859, in-8.

Mémoires de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, t. IV, 1859, in-4.

The Athenæum, n° 1684, 1860.

Revista minera, t. XI, n° 233, 1er février 1860.

M. Guillemin présente le compte rendu suivant de ses explorations dans la Russie d'Europe :

Explorations minéralogiques dans la Russie d'Europe; par M. J. Guillemin (Pl. III).

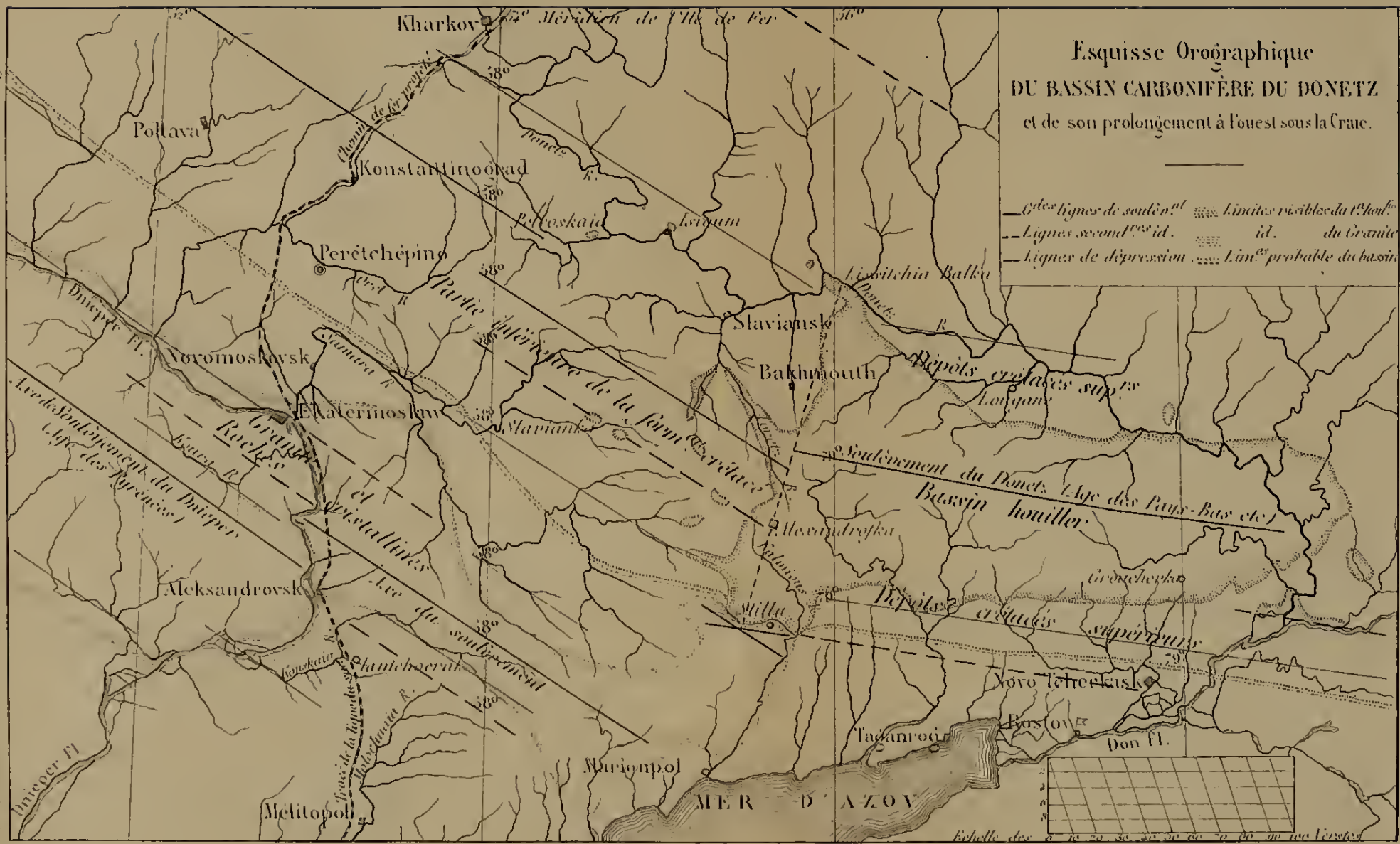
Objet de la mission en 1859.

1° L'étude comparative des eaux du sud de la Russie pour l'alimentation des machines locomotives.

2° La recherche des matériaux de ballastage pour la ligne du sud, de Théodosie à Moscou.

3° La détermination des emplacements des grands sondages, ou recherche de houille et d'anthracite à partir de la ligne de chemin de fer du sud.

Bull. de la Soc. Géol. de France 2e Série, T. XVII, Pl. III, Page 232



Gravé par Avril f.res Lith. Kaeppelin à Paris

Premier objet. — L'étude des eaux de la Russie méridionale a fourni quelques renseignements qui peuvent offrir un certain intérêt à l'hydrologie générale.

Je résume en peu de mots les résultats constatés.

a. Les eaux qui descendent de la chaîne taurique dans les plaines de la Crimée marquent de 20 à 25 degrés à l'hydrotimètre; les sels contenus sont principalement calcaires; ces eaux se chargent de sel marin dans les plaines et elles marquent, près de leur embouchure, de 26 à 32 degrés. Les terres basses de la Crimée sont encore chargées de chlorures alcalins; l'eau des puits est plus salée que celle des cours d'eau.

b. La source de Barine, voisine de la mer Putride, donne pour l'usage de tous les villages environnants une très bonne eau comparable à celle des cours d'eau descendant de la chaîne taurique; on peut, sans crainte de se tromper, attribuer l'origine de cette source abondante aux eaux du Salghir qui disparaissent, dans leur trajet, sur un fond de galets, pour reparaître près de l'embouchure de cette rivière.

c. La ville maritime de Théodosie, autrefois très peuplée, fournissait de l'eau à ses nombreuses fontaines par une méthode entièrement comparable au procédé du drainage; les tuyaux collecteurs, ramifiés sur les collines et fabriqués en terre, se sont remplis d'une incrustation qui les obstrue; il serait nécessaire de renouveler ces *drains* pour fournir à la ville l'eau que doit réclamer bientôt le développement probable de sa population. Un autre moyen se présente d'approvisionner la ville, le port et la gare de Théodosie : c'est d'y amener les eaux du Tchourouk-Sou qui coule à 19 kilomètres, dans une vallée voisine; un percement de 200 mètres de longueur pourrait franchir le point de partage des deux vallées et une rigole suffirait ensuite pour la conduite de l'eau.

d. La steppe pontique, c'est-à-dire celle qui s'étend des rives de la mer d'Azof et de la mer Putride, en remontant vers le nord, à la hauteur d'Ekaterinoslav, présente des eaux en général fort mauvaises. Celles des rivières marquent de 40 à 50° à l'hydrotimètre et celles des puits marquent de 125 à 150°; toutes ces eaux sont saumâtres; celles des puits le sont à un degré bien supérieur à celui des eaux courantes. Le sol de ces steppes, alluvion d'argile jaunâtre, est pénétré de cristaux de gypse; quoique d'un âge géologique récent, il décèle encore beaucoup de sel marin; on croirait que sa récente émersion n'a pas permis un lavage complet par les eaux atmosphériques. La surface du sol est cependant mieux

lavée; les eaux, retenues pour les besoins des habitants, par des barrages dans les vallées, sont douces et ne marquent que 16 ou 17°; ces barrages étaient en usage chez les anciens peuples qui habitaient ces contrées.

e. Le Dnieper, fleuve qui se jette dans la mer Noire, apporte des eaux d'assez bonne qualité; leur degré hydrotimétrique à Ekaterinoslav est de 16. Au-dessous des cataractes, le degré est de 18, parce que le fleuve a reçu la Samara, la Soura et la Kouskaïa qui marquent 40 à 50°.

Mon fils a analysé l'eau du Dnieper et y a trouvé sur un litre :

Acide carbonique libre	variable.
— — des bicarbonates.	0lit.,037

	gr.
Carbonate de chaux	0,09156
— de magnésie.	0,03325
Sulfate de chaux.	0,00442
Phosphate de chaux.	0,00400
Chaux combinée à l'acide ulmique . . .	0,01570
Azotate et ulmiate de potasse.	0,02300
Sel marin	0,01420
Matières organiques	0,04800
	0,18613

Cette eau a été recueillie le 15 octobre 1859 ; elle marquait 18° à l'hydrotimètre.

f. Au nord d'Ekaterinoslav, les eaux fournies par la formation crétacée deviennent meilleures ; elles cessent de renfermer autant de sel marin. Chargées presque uniquement de sels calcaires et magnésiens, elles peuvent facilement être purifiées, à bon marché. Ces eaux marquent de 22 à 25° à l'hydrotimètre. La rivière Oka, grand cours d'eau du centre de la Russie, marquait à Serpoukof 28° en novembre, à l'époque des basses eaux. La Moskva, à la même époque, marquait 18°. La Néva donne une eau comparable à l'eau de pluie pour sa pureté.

Elle a marqué à l'état naturel.	2° 1/2
— filtrée et bouillie	2° 1/2
Sa glace fondue marque.	2°
La glace du Dnieper qui marque 16 à 18° donne de l'eau à.	2°
La glace de la Samara qui marque 48° donne de l'eau à. . .	2° 1/2

La congélation est un moyen radical de purification des eaux.

Deuxième objet de la mission. — Recherches des matériaux de ballastage.

On sait que la solidité d'une voie de chemin de fer dépend en partie du bon choix *du ballast* et qu'on doit se procurer les matériaux convenables, même au prix de grands sacrifices; cependant, quand la nature n'offre rien, il faut s'en passer ou bien on est réduit à cuire des briques et à les concasser.

La géologie a rendu des services notables dans l'étude de cette question dont je vais rappeler les principaux points en commençant par le sud.

Le littoral de la mer Noire offre, en certains points, des sables et des galets, dont l'emploi est praticable; la baie de Koktebel présente des galets de jaspe et d'agate, d'une beauté remarquable; ces galets proviennent des silex de la craie, qui ont subi une action de métamorphisme par le voisinage des roches porphyriques et cristallines.

Dans la steppe de la Crimée, on avait à craindre de manquer d'une façon absolue de ballast; la découverte d'un amas considérable de galets ou cailloux roulés, à une très petite profondeur sous la terre végétale, est venue promettre une ressource infinie. A l'embouchure du Kara-Sou et même à 10 kilomètres de distance, j'ai pu constater dans un puits 30 mètres de puissance à ce banc de galets. Depuis, sur mes indications, ces amas de cailloux ont été retrouvés dans toutes les vallées sillonnées par les cours d'eau descendant des montagnes de la Tauride. Ces faibles ruisseaux n'ont pas pu produire ces énormes amas avec les roches arrachées à la montagne, en les roulant jusque dans la plaine; l'action des eaux eût été insuffisante pour amener ces pierres à cet état; mais ils ont bien pu transporter dans la partie inférieure de leur cours les éléments d'un poudingue néocomien, qui a fourni des galets tout faits. Cette couche de poudingue, qui se redresse, en plongeant vers le nord, est traversée par toutes les rivières; elle a dû se détruire en partie et elle a fourni les matériaux des bancs puissants qui existent dans la partie basse du pays. Ces cailloux sont de grosseur convenable pour un bon ballast.

La steppe pontique paraissait ne pas promettre beaucoup plus; car à la surface on ne rencontre jamais une seule pierre détachée. Cependant la couche d'alluvion recouvre un calcaire tendre dit calcaire des steppes (Murchison et de Verneuil) ou *pontique* (Leplay) qui fournira du ballast. Ce calcaire ordinairement fort

tendre, friable même, est devenu dur et cristallin dans le voisinage des roches dites primitives qui forment le lit du Dnieper dans tout l'intervalle occupé par les neuf cataractes de ce fleuve. Le granite, les gneiss, les psammites concassés feront encore un bon ballast, mais il sera préférable d'user du calcaire à cause de la facilité de le briser et de son bas prix. Dans le fleuve même, il n'y a pas de cailloux roulés ; la rapidité des eaux est trop grande pour qu'il s'en dépose. En dessus et en dessous des cataractes, le fond du Dnieper est formé de sables fins et mouvants, qui ne conviennent pas comme *ballast*.

La formation crétacée ne fournit que bien peu de pierres solides. On trouve d'abord, aux environs de Kharkov un *grès lustré* qui conviendrait, s'il ne revenait pas trop cher. Ce grès est employé pour les routes macadamisées, avec une roche verte, chloritée, trop tendre. A Koursk, il faudra avoir recours à une roche bien singulière que j'ai indiquée dans le résumé des observations de 1857 et 1858. C'est une couche très étendue, dans le terrain crayeux, composée de *coprolithes de sauriens*. Cette couche forme en Russie un horizon très étendu ; on la retrouve à *Voronéje* et à *Simbirsk*.

L'alluvion aux blocs erratiques venus du nord fournira ensuite les éléments du ballastage ; je me plais à proclamer l'utilité de l'indication sur la *Carte géologique de la Russie* par MM. Murchison, de Verneuil et Keyserling (1), de la limite extrême de ces blocs erratiques. Dans les terres que recouvre cette alluvion, on trouve les matériaux d'un bon ballast ; quelquefois ils y sont à grosseur convenable et quelquefois on doit concasser les blocs. Ces savants géologues ont tracé la ligne visible où les blocs erratiques cessent d'apparaître ; je dois à la complaisance du général des mines, M. Helmersen, une autre indication précieuse que voici : quand les blocs erratiques ont cessé d'apparaître sur le sol, l'alluvion n'a pas encore cessé complétement ; en fouillant, on trouve dans les terres arables des cailloux, des graviers qui ont la même origine et qui peuvent servir aux mêmes emplois : à l'empierrement des chaussées et au ballastage des chemins de fer. Le calcaire carbonifère de Moscou vient à son tour offrir des matériaux d'assez bonne qualité ; il est cependant à noter que ces calcaires n'ont pas la compacité et la dureté des marbres de Belgique et du nord de la France qui sont contem-

(1) *The geology of Russia in Europa and the Ural Mountains*, 2 vol. in-4. London, chez Murray, 1845.

porains. Dans le bassin de Moscou, l'action métamorphique a complétement manqué et le charbon de cette formation retient encore de 25 à 30 d'eau constitutive.

Troisième objet. — Emplacement des sondages.

Quatre appareils de sondages, pouvant aller à 300 mètres de profondeur, sont arrivés en Russie. J'avais à déterminer l'emplacement de ces sondages.

Je dois rappeler tout d'abord combien sont longues et difficiles les études géologiques dans la Russie. Le sol n'est pas assez accidenté, et il faut faire des courses longues et multipliées pour recueillir de rares documents.

La formation du Donetz, que j'avais étudiée en 1858 avec mon fils, doit se prolonger à l'ouest sous les terrains de formation récente et se rapprocher du tracé de la ligne du sud. La découverte d'un bon combustible dans un lieu rapproché de ce chemin de fer serait bien précieuse; il serait bien avantageux en effet d'exploiter la houille même à 300 et 400 mètres de profondeur, plutôt que d'aller la chercher à 200 ou 250 kilomètres de distance. Il s'agissait donc de déterminer dans quelle direction se prolongeait cette formation carbonifère, pour sonder à son aplomb dans le voisinage du tracé du chemin.

Le terrain qui recouvre le système carbonifère semble appartenir à la formation crétacée. En général, ce sont des sables privés de fossiles, qu'on rapporte à la partie inférieure de la craie. Les terrains permiens ou jurassiques manquent ou n'y seraient qu'à l'état rudimentaire Le terrain carbonifère apparaît souvent à la surface, quand le terrain de recouvrement manque; cela nous a servi de guide sur une étendue de 100 kilomètres; puis toute indication minéralogique nous a manqué.

Dans cet état d'incertitude, l'étude orographique de la contrée qui a attiré l'attention de M. E. Guillemin, mon fils, nous a servi à déterminer avec la plus grande probabilité les bons emplacements des sondages, si toutefois la formation carbonifère se prolonge jusque-là. L'allure des vallées et des chaînes de montagnes, qui se trouve représentée dans la carte ci-jointe (Pl. III), indique que la direction générale des couches du terrain *à charbon* change tout d'un coup sous le méridien de Bakhmont. Ce sujet sera traité *in extenso* par mon fils dans un travail qu'il rédige. A l'aide de ces considérations, nous avons tracé la limite des roches cristallines qui encaissent au sud la formation carbonifère. Le premier trou de

sonde a été placé à *Péréstchepino*, à une distance de cette limite qui peut faire espérer de rencontrer de l'*anthracite*. Les autres sondages se font en s'éloignant et dans la vallée de la *Beressuvaïa* qui descend du nord au sud, de manière à rencontrer les couches de houille grasse et flambante. Je n'ai pas jugé convenable de faire sonder au versant nord de la chaîne du Donetz, parce que le charbon de Petrovskaia qui n'est pas de bonne qualité indiquait l'absence de l'action métamorphosante vers cette portion du bassin, la plus éloignée des roches cristallines.

Cette question des sondages entrepris par la grande Société des chemins de fer russes deviendra intéressante pour la science. J'aurai soin d'instruire la Société géologique de tous les renseignements qui me parviendront.

Observations nouvelles sur le gisement de minerai de fer de Kertch; par M. J. Guillemin.

Le gisement du minerai de fer de Kertch a été parfaitement décrit par MM. de Verneuil, Leplay et autres.

J'ai signalé la présence de la *pittizite* dans ce minerai.

J'ai pu faire des observations plus minutieuses, aidé par une immense fouille récente. Les alliés qui ont occupé Kertch dans la dernière guerre de Crimée ont creusé autour de la ville un fossé large de 3 mètres et profond de 3 mètres. Dans le faubourg de Kertch, sur la route de Théodosie, la couche de minerai, qui se trouve avoir là $1^{m},50$ d'épaisseur, a été recoupée sur une longueur de 250 mètres. C'était donc une bonne fortune pour un géologue.

C'est là que j'ai découvert des ossements fossiles parmi lesquels M. Lartet a reconnu des fragments de radius et d'humérus de Phôque, une vertèbre caudale du même animal et une dent qui peut lui avoir appartenu. C'est encore là que j'ai rencontré dans des coquilles des corps hémi-sphériques de grande densité, insolubles dans les acides, et qui doivent être du sulfate de baryte. Dans les marnes qui forment le chapeau de la couche de fer, j'ai trouvé de grands ossements fibreux, composés de phosphate de chaux en très grande partie. Les ossements en général ont un tissu compacte; leur cassure est grasse et résineuse; mais à cet état ils ont encore la composition des os. Outre l'acide phosphorique, j'ai reconnu la présence de l'acide fluorique. Ces indications viennent s'ajouter à celles qui concernent un minerai devenu classique, et tendent de plus en plus à le faire considérer comme un mauvais minerai.

J'ai, depuis les observations précédentes, constaté la présence de la couche dans d'autres parties de la presqu'île de Kertch : 1° dans la baie de Tipkruck ; 2° dans celle d'Akmanaï, près de la flèche d'Arabat.

M. de Verneuil exprime la vive satisfaction que lui a causée le mémoire de M. Guillemin. Il aime à voir ainsi un ingénieur voué aux grandes industries et surtout à celle des chemins de fer consulter la géologie, s'en servir avec sagacité, y puiser de précieuses indications, et il admire, sans s'en étonner, comment des recherches, faites en d'autres temps et dans un but purement scientifique, peuvent recevoir plus tard des applications positives et venir en aide à des entreprises industrielles. C'est ce que démontre l'importance que, pour le ballast des chemins de fer, M. Guillemin attache à la limite méridionale du diluvium à blocs erratiques venant du nord, et à la ligne sinueuse par laquelle M. de Verneuil et ses collègues, MM. Murchison et de Keyserling, l'ont indiquée sur leur carte géologique de la Russie. Si cette carte que M. Guillemin a reproduite dans l'ouvrage qu'il présente à la Société (1) lui a fourni des indications utiles, ainsi qu'il se plaît à le reconnaître, peut-être pourrait-il en trouver aussi dans le premier des deux volumes qui l'accompagnent, sur la troisième des questions qu'il s'était posées, celle de l'emplacement des sondages à faire pour la recherche des houilles et des anthracites à portée de la ligne du chemin de fer du Sud.

Après avoir parcouru les terrains houillers du Donetz, MM. Murchison, Keyserling et de Verneuil avaient été, comme M. Guillemin, frappés de l'idée que ces terrains pouvaient s'étendre à l'O. et au N.-O. sous les dépôts crétacés, et ils ont insisté, page 218, sur l'utilité qu'il y aurait à faire des recherches et des sondages dans cette direction. Ils rappelaient que les couches de charbon disparaissent rarement d'une manière subite, et citaient des exemples, comme près de Dudley, où la houille, retrouvée sous des formations plus récentes, est

(1) *Explorations minérales dans la Russie d'Europe* (Paris, chez Bénard).

d'une exploitation plus régulière et plus avantageuse que là où les couches affleurent à la surface du sol. L'un des défauts des combustibles de la Russie méridionale, c'est que généralement ils sont en couches très redressées et soumises à de nombreuses failles. Ils en ont un autre au point de vue du chemin de fer de Moscou à la côte méridionale de la Crimée ; c'est d'en être trop éloignés. Qui sait si les sondages dont les emplacements paraissent bien choisis par M. Guillemin et par son fils ne feront pas disparaître ce double désavantage, et si, en s'éloignant du centre de dislocation et en s'approchant du chemin de fer, on ne trouvera pas une houille encore de bonne qualité, et en couches plus uniformes et plus régulières? Cela est possible, probable même, et les plus saines déductions de la géologie sont en faveur de la grande épreuve que tente aujourd'hui M. Guillemin, et dont le succès vaudrait mieux pour la Russie que la conquête d'une province.

M. Delesse fait remarquer que les eaux des puits de Paris ont jusqu'à 200 ou 220 degrés hydrotimétriques ; elles sont par conséquent plus impures que celles des steppes de la Russie méridionale.

M. Angelot demande à M. Guillemin si les substances qu'il a nommées coprolites sont véritablement des déjections animales.

M. Guillemin répond que ces substances sont des déjections animales ayant tous les caractères des véritables coprolites, soit dans la forme extérieure, soit dans leur constitution intime.

M. le Président annonce qu'un des membres les plus anciens et les plus considérés de la Société, M. Michelin, vient se faire l'organe d'un grand nombre de membres, en demandant de célébrer dans le mois d'avril prochain, par un banquet, le 30e anniversaire de la fondation de la Société géologique.

La Société adopte à l'unanimité la proposition de M. Michelin.

M. Gosselet présente de la part de M. Blondeau, pharmacien, une cargneule iodurée.

M. le vicomte d'Archiac communique l'extrait suivant d'une lettre de M. Eugène Dumortier :

Lyon, 2 février 1860.

Je viens de retrouver un paquet égaré contenant des fossiles que j'avais recueillis il y a bien des années dans la petite carrière de Vinport, près de Tercis, à peu de distance de Dax, sur la rive gauche de l'Adour. Le calcaire qui les renferme est gypseux, jaunâtre, mélangé de marne bleuâtre, et sans relation visible avec les calcaires crayeux du grand escarpement de Tercis que caractérisent les Ananchytes, les Inocérames, les *Micraster*, etc. Ces fossiles sont ceux de l'étage néocomien supérieur de la Quintaine dans Clape (Aude) et de Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales). La roche est moins solide que dans ces dernières localités, mais les fossiles sont un peu mieux conservés. Voici la liste des espèces avec les localités en regard :

	La Quintaine (Aude).	Saint-Paul de Fenouillet (Pyrén.-Orient.).	Vinport près Dax (Landes).
Terebratella avec 11 côtes noduleuses.	*	*	
Rhynchonella à très petits plis	*	*	
Terebratula tamarindus	*	*	
— *biplicata* (probablement var. *acuta* de Buch, *T. prælonga*, Sow.).	*		*
— *Moutoniana*	*	*	*
Radioles de *Cidaris*, striées, à collerette courte, facette non crénelée, voisines de celles du *C. vesiculosus*, Goldf., et *Lardyi*, Desor	*	*	*
Exogyra, petite espèce rappelant l'*E. auricularis*, in Gold		*	*
Ostrea, petite espèce épaisse, plissée			*
Orbitolina conoidea	*	*	*
Polypiers nombreux, mais en mauvais état	*	*	*

Comme il est assez rare de trouver des couches qui se correspondent parfaitement par les fossiles dans des points aussi distants des Pyrénées, cette ressemblance des faunes m'a frappé ; car il y a ici presque toute la longueur de la chaîne entre les localités comparées et une identité si évidente lorsqu'on a la série sous les yeux, qu'il ne peut rester aucun doute sur la contemporanéité. Je ne me rappelle pas avoir rencontré à Vinport le gault qui doit se trouver entre la couche fossilifère dont je viens de parler et la craie à Baculites du voisinage.

M. Hébert dit que les espèces citées par M. Dumortier ne

lui semblent pas assez caractéristiques pour en tirer la conclusion que le néocomien existe dans le S.-O. de la France.

M. Thomassy fait la communication suivante sur les atterrissements du Mississipi :

Hydrologie du Mississipi; par M. R. Thomassy.

I. — *Phénomènes qui permettent d'attribuer à ce fleuve les fonctions d'un puits absorbant.*

Rôle du Mississipi dans le nouveau monde. — Nature de son lit supérieur. — Sa jonction avec le Missouri et fonctions absorbantes de ce dernier. — *Sink Holes* de Saint-Louis, et phénomènes d'absorption propres aux pays calcaires. — Exemple pareil sur le Mississipi après le tremblement de terre de New-Madrid. — Filtrations de ce fleuve dans les lacs et bayous de la Louisiane. — La nature poreuse de ses rives inférieures expliquerait pourquoi il ne déborde jamais. — Consolidation progressive de ces rives et des bas-fonds louisianais par l'effet même des filtrations boueuses. — Marche des atterrissements dans le golfe où ils sont précédés et fixés tous ensemble par des îles et des monticules de boue.

Un des plus beaux exemples du rôle que les eaux fluviales ont joué dans les révolutions modernes du globe devrait à coup sûr ressortir d'une étude complète sur le Mississipi. Ce fleuve a été surnommé le *père des eaux ;* il pourrait de même être surnommé le *père des alluvions*, puisque ses atterrissements ont créé une des plus vastes et des plus fertiles contrées du monde.

D'après Nicollet (1), le cours du Mississipi est de 2986 milles, et son point de départ est supérieur de 1680 pieds au niveau du golfe du Mexique. Cette altitude est de 382 pieds à Saint-Louis, de 324 au confluent de l'Ohio ; aux Natchez, elle n'est plus que de 86, à l'embouchure de la rivière Rouge, de 76, et à la distance de 110 milles de la mer, le niveau du pavé de la cathédrale de la Nouvelle-Orléans est à 10 pieds 5 pouces au-dessus du niveau du golfe. Ajoutons qu'à 95 milles de cette cité, le fleuve se divise en plusieurs branches qui varient constamment d'importance, mais dont les principales courent aujourd'hui au N.-N.-E. et au S.-O. C'est en faisant ainsi la patte d'oie que le Mississipi s'unit au golfe du Mexique. Mais que lui apporte-t-il en don? Les alluvions

(1) Nicollet, notre éminent compatriote, a dressé sur le Mississipi la plus belle carte hydrographique qui existe, et il l'a accompagnée d'un excellent mémoire.

d'une vallée de 1200 lieues de longueur, large de 800, et labourée par 1500 affluents limoneux.

Le Mississipi est le véhicule des dépouilles opimes enlevées par les pluies à la surface de cet immense bassin, et c'est durant ses crues que le spectacle de son cours est vraiment grandiose et formidable. Gonflé par les pluies ou la fonte des neiges, la masse liquide entraîne avec elle des multitudes d'arbres qui tantôt, suivant les courants de la surface, menacent les navires qui remontent le fleuve, tantôt, flottant à la dérive, vont battre en brèche les levées destinées à prévenir les inondations.

En considérant le Mississipi comme créateur de la Basse-Louisiane, de même que le Nil l'a été de la Basse-Égypte, n'oublions pas une différence radicale dans le mode de distribution des eaux de ce dernier. Les anciens Égyptiens ne l'ont point endigué; ils l'ont laissé tout au contraire s'étendre librement sur l'Égypte. Bien plus, ils lui ont creusé mille canaux d'irrigation, destinés à répartir ses eaux limoneuses sur toutes les portions du pays.

C'est durant ce limonage général qu'ils se retiraient sur les tertres artificiels où leurs villes étaient établies; et, ce qui est curieux à rappeler, c'est que les *monts Indiens*, si nombreux sur les basses terres de la Louisiane, témoignent encore de cette même prudence naturelle commune à tous les peuples primitifs. Un libre cours étant donc laissé aux inondations du Nil et à l'exhaussement sédimentaire de l'Égypte, ce fleuve n'arrivait à la mer qu'avec son *minimum* d'atterrissements. On conçoit très bien dès lors ce que les calculs ont démontré, savoir : 1° que l'élévation produite par les dépôts du Nil près de la mer a été neuf fois moindre que dans l'intérieur du territoire; 2° que les empiètements des alluvions sur la Méditerranée n'ont pas dépassé en moyenne 4 mètres par an; 3° que le delta du Nil, depuis environ trois mille ans qu'on en connaît l'histoire, n'a subi aucun changement radical dans les formes extérieures de son contour maritime, et n'a guère été modifié que par l'atterrissement de ses marais intérieurs.

Or, quelle différence avec la marche des fleuves endigués, comme le Pô, le Rhône ou bien le Mississipi, depuis que la civilisation y a succédé au régime indien! Regardez les cartes de leurs embouchures : le progrès démesuré de leurs atterrissements y saute aux yeux par les saillies qui défigurent le contour semi-circulaire propre au régime des deltas. Les bouches du Mississipi sont particulièrement remarquables et même tout à fait excep-

tionnelles à cet égard. A la différence des embouchures fluviales qui n'avancent en mer que pied à pied, sans jamais dépasser de beaucoup le contour du littoral, celles du Mississipi semblent avoir pénétré tout d'un coup dans le golfe du Mexique. Ainsi, depuis les forts Saint-Philippe et Jackson, ce fleuve coule à travers deux langues de terre longues de 21 milles, et c'est au bout de cet isthme que, se déployant en éventail sur une longueur presque égale, il agrandit rapidement le territoire nouveau qu'il a bâti en pleine mer.

Le développement anormal de ce delta n'a pu être compris des géologues et des voyageurs qui ne l'ont point étudié sur place ou n'avaient aucun moyen de le mesurer avec exactitude ; mais on s'en rendra compte aisément, après avoir seulement regardé les cartes que nous publions à ce sujet. Les phénomènes propres au Mississipi nous diront à leur tour combien il absorbe de masses d'eaux limoneuses, et comment celles-ci, reparaissant vers ses embouchures, y atterrissent par filtration les bas-fonds riverains, et d'un autre côté accélèrent en mer la marche générale des alluvions.

Le Mississipi n'est guère solide de fond que dans son cours supérieur, c'est-à-dire jusqu'aux *rapides des moines ;* car jusque-là il existe un parfait équilibre entre la résistance de son lit et de ses bords d'un côté, et de l'autre la vélocité de son courant. Ce dernier reste en même temps assez rapide pour ne rien perdre de ses alluvions, et il les entraîne au delà des rapides, où ils commencent à se déposer vis-à-vis Keokuck. Ces atterrissements y forment des barres et des îlots que le courant modifie sans cesse, et qu'il ne déplace ou n'emporte que pour les reformer plus bas, comme s'il les faisait rouler sur eux-mêmes au fond de son lit.

Le Mississipi reste pourtant le père des eaux limpides, et ce n'est qu'après sa jonction avec le formidable et boueux Missouri, qu'il devient par cette alliance le père des eaux troubles. La rencontre des deux fleuves n'est d'abord qu'une lutte, non pas de blanche écume, mais de nuages noirâtres tourbillonnant dans l'eau claire, spectacle des plus singuliers, que j'ai pu admirer plusieurs fois, et qui me frappa d'autant plus, en 1857, que je venais de passer trente-deux heures sur le point le plus limpide du Mississipi supérieur : c'était dans les eaux argentées des *rapides des moines*, où mon bateau à vapeur avait échoué à dix reprises dans un parcours de quelques milles, et qu'il ne franchit de roche en roche qu'à grands coups d'éperon et de cabestan.

Revenu à Saint-Louis, je fis de là une autre excursion sur le Missouri, et j'appris à le connaître en échouant sur ses bas-fonds deux ou trois fois par jour, pendant toute la durée du voyage. Nous apercevions de temps à autre les carcasses des bateaux que les chicots avaient éventrés, ou dont l'échouage avait été moins heureux que le nôtre. Partout c'était des battures naissantes ou d'anciens bords en ruines ; et c'est après avoir ainsi visité le cours inférieur du Missouri, jusqu'auprès du Kansas, que j'appris par les journaux de ce territoire le phénomène d'absorption qui m'en a depuis fait remarquer tant d'autres.

En voici le récit d'après les témoins oculaires :

« M. John Parker et son fils pêchaient à la ligne en amon » d'ici, à trois milles environ d'Atkinson, sur le Missouri, lors- » qu'ils furent surpris par un mugissement continu et inusité parti » du milieu du courant. Le nuit était sans vent, et, attendu l'obs- » curité, la cause de ce bruit étrange n'a pu être vérifiée qu'à la » venue du jour. C'est alors qu'on a vu, à quelques deux cents » mètres des bords, un vaste remou du fleuve, lequel continue » encore, entraînant de grandes masses d'eau, et telles même que » le volume du Missouri en est sensiblement amoindri en dessous. » Les bois de dérive et de gros troncs d'arbres flottants s'y en- » gouffrent et disparaissent sans retour. Hier plusieurs centaines » d'individus vinrent observer ce phénomène étrange. A moins » que cet abîme ne se remplisse bientôt, les suites en seront vrai- » ment calamiteuses pour la navigation ; car il semble que le fond » du lit fluvial se soit réellement affaissé. »

J'eus bientôt occasion de donner à ce phénomène une explication plus générale. En effet tous les environs de Saint-Louis, et on en peut dire autant d'une grande portion de l'État du Missouri, reposent sur des couches calcaires où les effondrements abondent et ont même reçu des habitants le nom spécial de *sink holes*. L'action des eaux se fait reconnaître à cette multitude d'excavations naturelles, en forme de cônes renversés ou d'entonnoirs, dont l'ouverture a jusqu'à cent mètres sur une profondeur de trente à quarante pieds.

Les pluies torrentielles qui surviennent parfois s'y engouffrent, mais c'est pour y disparaître, ce qui prouve bien que ces excavations du calcaire missourien, rapporté en général à l'époque du terrain carbonifère, sont devenues de vrais puits absorbants. M. James Lucas voulut bien lui-même me les montrer, et c'est après cette visite que l'idée me vint d'étudier le Mississipi en dehors de tout ce qu'on en disait d'habitude. De là, la théorie de

ses fonctions absorbantes (1) que les faits généraux et particuliers justifièrent également.

Tout le monde sait d'abord combien les écoulements cachés abondent dans tous les pays calcaires. L'action dissolvante que l'acide carbonique des eaux souterraines exerce sur les roches fendillées y doit de tous côtés multiplier les fuites. Les couches marneuses y sont à leur tour si facilement délayables qu'avec le temps des cavernes s'y forment, et il suffit que quelques voûtes en soient ébranlées ou s'affaissent pour que des gouffres paraissent à la surface. En Grèce, dans la plaine de Mantinée qui forme un bassin sans issue, les eaux disparaissent de la sorte à travers les cavernes et dans les roches poreuses des montagnes. Cette plaine est même si basse que les eaux des torrents l'inonderaient si l'on n'avait soin de les diriger par des canaux artificiels vers les gouffres où elles sont absorbées, les unes pour disparaître plus loin, les autres pour aller se perdre à la mer. Les formations calcaires, en contact avec les eaux du Mississipi, ne pouvaient faire exception à cette loi hydrologique; aussi offrent-elles à ce fleuve, aussi bien qu'au Missouri, une multitude d'orifices absorbants, qu'il ne reste plus qu'à découvrir.

Il en est, en tout cas, qui sont parfaitement connus : par exemple, près de New-Madrid, rendu fameux par le tremblement de terre de 1811.

Le *bluff* sur lequel la ville est bâtie ne paraît pas avoir souffert de cette catastrophe ; mais la contrée environnante, surtout au nord-ouest, fut alors affaissée, crevassée et couverte d'une multitude de lacs qui l'ont fait nommer depuis la *Contrée noyée*. Le plus profond d'entre eux est le *Reel foot lake*, à dix milles au sud de New-Madrid et sur la rive opposée du Mississipi. Or, ce dernier lac, produit soudain du tremblement de terre comme tous les autres, conserve encore tous les caractères d'un puits absorbant, que les autres ne durent avoir que pendant un temps fort limité.

La succion du courant y engouffre le bois qu'on y jette : « *The* » *suction of its current is so great that it carried down a rail stake of* » *fence, which never more appeared*, » ce qui ne peut évidemment s'expliquer que par l'action du courant souterrain. Or, ce fait significatif, comme la crevasse survenue dans le lit du Missouri, est attesté par M. Lloyd Tilghman, ingénieur distingué et ancien

---

(1) Mon premier travail à ce sujet a été lu à l'Académie des sciences de la Nouvelle-Orléans (séance du 14 février 1859), et publié dans le *N.-O. Delta* le 4 mars de la même année.

élève de *West-Point*, titre qui garantit à lui seul l'exactitude et l'intelligence de son témoignage. Ce fut, me dit-il, en 1852 qu'il fit cette expérience. Le lac en question, bien que parallèle au fleuve et séparé de son cours par un mille seulement de distance, n'est nullement influencé par ses crues, et maintient l'élévation de son niveau durant les basses eaux du fleuve. Cette indépendance du lac et du fleuve s'expliquerait par un strate de roche ou d'argile tertiaire qui, tout en les séparant, faciliterait l'écoulement souterrain du premier. Or, les eaux de celui-ci, où tendraient-elles, sinon dans la même direction que le Mississipi, suivant en dessous le *thalweg* de la grande vallée et devant inévitablement surgir plus bas, soit dans le lit, soit aux bouches du fleuve ou dans le golfe même du Mexique?

C'est, en effet, sur ces points que nous aurons plus tard à étudier les sources qui s'y produisent, et dont l'origine ne semble déjà plus un mystère pour nous.

L'origine du *Reel foot lake* nous a expliqué son indépendance absolue à l'égard du Mississipi ; mais il en est tout autrement des lacs formés par les anciens méandres du fleuve ; la plupart d'entre eux sont plus ou moins affectés par l'élévation ou l'abaissement de ses eaux. Le lac *Providence* est dans ce cas, ainsi qu'une foule de petits marais, fondrières et citernes naturelles, qui tendent à se vider ou à se remplir pendant la durée ou l'absence des crues.

Dans la paroisse du Tensas, à deux milles du fleuve et près du lac Saint-Joseph, le lac Bruin, d'après le témoignage du colonel Short, s'élève ou s'abaisse en même temps que le Mississipi. On suppose qu'il se remplit par des filtrations souterraines.

Dans la paroisse Saint-Martin, sur le Tèche, le petit lac Catahoula, quoique sans communication apparente avec l'Atchafalaya, contient des crevettes comme ce bras du Mississipi, et à la différence des bayous voisins où l'on n'en trouve aucune. Pourtant, d'après le témoignagne, ce me semble, unanime des planteurs, ces petits crustacés ne se conservent que dans le fleuve ou dans ses branches principales qui les reçoivent directement de lui. On les rencontrerait encore dans plusieurs des *Lacs ronds*, qui sont un des traits les plus curieux de la géologie de Tèche et des Attakapas.

Ces lacs, si éloignés du Mississipi, en subiraient-ils l'influence souterraine? et dans ce cas, ne serait-ce point par des crevasses volcaniques, analogues à celles du *Reel foot lake?* Quant aux communications secrètes à travers le sol alluvial, distinguons bien les bayous de filtration des bayous d'écoulement ; la diversité de leurs

eaux est telle, que celles qui sont clarifiées ne permettront pas d'y méconnaître le caractère absorbant et filtrant des rives du Mississipi et de ses branches principales. Ainsi, quand ces dernières, comme le fleuve lui-même, n'entraînent que des eaux boueuses et sédimentaires, certains bayous, situés dans les bas-fonds intermédiaires, y écoulent des eaux dont la limpidité relative contraste singulièrement avec les précédentes. Le bayou des *Allemands*, entre le fleuve et le bayou *Lafourche*, est dans ce cas; d'innombrables filtrations l'alimentent; aussi ses eaux sont-elles d'une clarté remarquable.

Voyez encore, entre le bayou Lafourche et Terrebonne, le bayou l'*Eau bleue*, dont le nom atteste la limpidité; lui aussi n'est guère formé que de filtrations ou écoulements déjà clarifiés des deux autres bayous. Ceux-ci courent d'ailleurs sur un dos d'âne comme le Mississipi, et l'élévation de leurs eaux fait également comprendre les filtrations remarquées en maints endroits dans les lacs et bayous voisins dont le niveau est inférieur au leur.

Faut-il rappeler enfin que dans certains sondages le courant du fleuve a été reconnu aussi rapide, et en quelques autres plus rapide au fond qu'à la surface? ce qui s'expliquerait seulement par des absorptions souterraines, sans quoi le courant du fond serait toujours moindre d'environ un tiers que le courant superficiel. C'est à ce point de vue qu'il faudra bien distinguer les remous en entonnoir, indiquant les fuites secrètes, d'avec les remous produits par les courants et contre-courants du fleuve. Mais c'est assez de détails; venons à une considération générale fondée sur une expérience plus que séculaire.

Chacun sait d'abord que les inondations du Mississipi supérieur, celles même parfois terribles pour les États du Missouri et de l'Illinois, restent le plus souvent inaperçues pour la Nouvelle-Orléans. Or, n'est-ce pas une preuve qu'avant d'y arriver une grande portion des eaux filtre dans le parcours intermédiaire et se perd en des terrains absorbants. Le même phénomène se reproduit au-dessous de la ville, puisque ce fleuve n'y monte jamais en proportion de l'élévation que les eaux atteignent au-dessus de son territoire; d'où il résulte également qu'au-dessous de la cité il doit trouver des écoulements secrets, et cela devient d'autant plus certain que le lit du fleuve y est plus resserré.

N'oublions pas maintenant qu'une notable partie de la Basse Louisiane a été bâtie sur d'immenses radeaux, et que le Mississipi lui-même y coule, en maints endroits, sur un fond couvert d'arbres noyés. Un tel plancher recouvert à son tour de dépôts de

vase ne peut constituer, à coup sûr, qu'un fond très perméable. Quand le sous-sol est ainsi formé, les rives d'au-dessus, étant d'origine encore plus récente, ne sauraient offrir plus d'obstacles aux filtrations ; aussi leur perméabilité se prononce-t-elle de plus en plus à mesure qu'on approche du golfe du Mexique. Ceci posé, que doit-il arriver chaque fois que les crues du fleuve surviennent, et qu'à la Nouvelle-Orléans, par exemple, les eaux s'élèvent de 15 à 20 pieds au-dessus du niveau de la mer? Pour se rendre à celle-ci en suivant le lit fluvial, elles ont 110 milles à parcourir, tandis que pour se rendre au lac Pontchartrain, où la même pente les pousse, elles n'ont qu'à faire 5 à 6 milles. Nul doute alors que, par cette voie si courte et sous le poids de leur propre élévation, une portion des eaux ne filtre dans le lac, où la nature perméable du sous-sol leur tient le passage constamment ouvert.

Le puits artésien creusé en 1854 à la Nouvelle-Orléans nous a donné de ce fait la preuve la plus positive. A peine son forage arriva-t-il à 31 pieds de profondeur qu'il rencontra une boue *demi-fluide* (1) dont le tube se remplissait sans cesse à mesure qu'on le vidait; 12 pieds plus bas, ce fut l'eau elle-même qui remonta par le trou presque jusqu'à la surface du sol (*nearly to the top*), tandis que les matières terreuses s'y étaient élevées de 10 pieds. Une telle force ascensionnelle, surmontant la résistance du frottement intérieur, ne peut évidemment s'expliquer que par la pression d'une colonne d'eau atteignant au moins le niveau du même sol. Or, d'où cette pression serait-elle venue, sinon du Mississipi dont les eaux montaient alors avec la crue ordinaire du printemps. Si donc ces eaux pénétraient à 43 pieds sous terre, jusqu'au puits artésien, entre les rues Baronne et Carondelet, c'est-à-dire à plus de 500 mètres de distance du lit fluvial, qui peut douter qu'elles ne pénètrent beaucoup plus loin, et qu'à travers des couches de plus en plus perméables elles ne continuent leur route jusqu'au lac Pontchartrain ?

Les communications souterraines du fleuve au lac étant ainsi démontrées pour le sous-sol de la Nouvelle-Orléans, laissons parler le général Collot, l'un des meilleurs observateurs de la Louisiane durant le dernier siècle. Voici comme il confirme le même fait, par rapport aux rives inférieures du Mississipi :

« On devrait naturellement penser, dit-il, d'après les grandes

---

(1) Voir le *Mémorial* des travaux rédigé par le docteur Bénédict, secrétaire de l'Académie des sciences de la Nouvelle-Orléans, à qui je dois de connaître les détails intéressants de ce forage.

» inondations qui ont eu lieu dans les hauts du fleuve, que ses » bouches sont également submergées. Cela n'existe pourtant pas, » quoiqu'il y ait à peine six pouces de différence entre le niveau » des eaux du fleuve et ses rives. La raison en est simple : c'est » que toutes les terres jusqu'à Plaquemine (le bayou sur lequel » est bâti le fort Saint-Philippe) sont ce qu'on appelle *flottantes*, » et qu'elles s'élèvent ou baissent à mesure que les eaux du fleuve » montent ou descendent. On remarque même, à ce sujet, qu'il y » a moins d'eau dans les passes, lorsque le fleuve est très haut, que » lorsqu'il est bas. Il faut cependant excepter de cette règle la » passe du S.-O. qui n'éprouve pas les mêmes effets, parce que les » terres qui l'environnent sont adhérentes, ainsi que toutes celles » des îles qui existent en dehors des bouches du fleuve, *ce que* » *j'ai constaté moi-même en les visitant toutes* (1). »

Avec de telles rives, et avec des terrains à l'état absorbant et perméable dans le voisinage de la Nouvelle-Orléans et au-dessus de cette ville, on comprend fort bien comment le danger des inondations s'annulait rapidement en descendant le cours inférieur du fleuve. Les crues continuant à s'y comporter de la même manière, le fait s'y explique naturellement par les mêmes filtrations, car les terrains n'ont pu s'y modifier complétement depuis lors. Ils vont toutefois se fixant et se consolidant de plus en plus, par suite des atterrissements que les eaux boueuses du fleuve produisent partout où elles se reposent, en dessous du sol comme en dessus. Or, les atterrissements souterrains qui raffermissent ainsi les formations de récente origine jouent un rôle géologique dont il faut se rendre compte ; c'est un nouvel aspect de l'influence sédimentaire à étudier dans la formation du delta où les rives, de flottantes qu'elles ont été d'abord, deviennent tremblantes, puis, recevant par-dessous leur fondation définitive, constituent la vraie terre ferme.

Les prairies tremblantes analogues à ces mêmes rives sont encore très nombreuses dans la zone inférieure de la Basse-Louisiane. Elles y occupent d'immenses surfaces, et n'y sont que d'anciens fonds de lacs recouverts de bois de dérive dont les radeaux supportent une végétation marécageuse. Ces planchers ne durent être à l'origine que des îles flottantes, lesquelles se fixèrent dès qu'elles purent occuper toute la superficie des lacs. Pour en reconnaître l'épaisseur et la date approximative, on n'a qu'à

---

(1) *Voyage dans l'Amérique septentrionale en* 1796, par le général Collot, vol. II, p. 143.

creuser un trou de communication avec l'eau inférieure. La même ouverture permet parfois d'y pêcher, ce qui rend singulières tant d'étendues verdoyantes où les chasseurs passent d'un pas rapide, et où parfois le bétail s'aventure lui-même à chercher son pâturage au-dessus des poissons. Pourtant ces lacs, sans aucune apparence de relation avec le fleuve, s'atterrissent progressivement. Les prairies et les rives tremblantes se fixent de même, et se consolident maintes fois sans aucune part de travail humain.

Eh bien, c'est là que peuvent également intervenir les atterrissements souterrains, conséquences inévitables des fuites multipliées ouvertes aux eaux boueuses. C'est ainsi que les fonctions absorbantes du fleuve deviennent aussi sédimentaires, et complètent par leur travail invisible la formation à ciel ouvert du sol louisianais.

Il nous resterait à voir le Mississipi sur son dernier théâtre et à calculer la marche de ses alluvions dans le golfe du Mexique; mais, pour échapper à tant d'erreurs commises à ce sujet, ce n'est pas trop d'étudier d'abord le terrain que nous aurons à mesurer plus tard. Deux formations de nature très distincte se le partagent. La première provient des dépôts superficiels du Mississipi et nous est déjà connue : ce sont les rives mélangées de vases et de matières végétales, comme celles qui sont en cours de développement à l'embouchure de tous les fleuves ; la seconde est la formation d'une multitude de petites îles dont le sol a autant d'adhérence que celui des rives en a peu, preuve évidente qu'il est sans rapport avec ce dernier. La formation de ces îles nommées *mud-islands*, îles de boue, à cause des sources boueuses qui les produisent, est à coup sûr une des grandes curiosités du Mississipi, et, si je ne me trompe, un sujet aussi nouveau qu'intéressant pour la science. C'est d'abord à leur grand nombre que les terrains de la passe S.-O. doivent l'adhérence particulière remarquée par le général Collot, et qui les avaient fait surnommer *cabo de lodo*, cap boueux, par les anciens hydrographes espagnols.

Ces îles ont un autre caractère particulier indiquant leur vrai rôle géologique. Sentinelles de la terre ferme, avancées en pleine mer et groupées tout autour des bouches du fleuve, elles y offrent des points d'arrêt aux alluvions incertaines, et y fixent bien des bois de dérive qui auraient été dispersés à tous les vents du golfe. Or ceux-ci, une fois échoués, favorisent aussitôt les atterrissements de toute nature. Les petites îles s'agrandissent ainsi à chaque nouvelle crue, et comme toutes en font de même, on s'explique déjà la rapidité de développement propre au delta du Mississipi. Mais

quelle est l'origine et la nature de ces formations insulaires qui secondent si bien la puissance du fleuve? Viennent-elles de lui-même ou lui sont-elles étrangères? Telle est la question à examiner pour compléter son hydrologie.

II. — *Des sources et îles de boue, et de l'influence des eaux souterraines sur la formation du delta du Mississipi.*

Relations des eaux absorbées en amont du fleuve avec les sources et îles de boue de son embouchure. — Témoignages relatifs à ces îles nommées *mud-lumps*. — Visite à trois d'entre elles. — Leur formation essentiellement distincte des atterrissements de la surface; objections résolues à cet égard. — Multiplicité et instabilité des *mud-lumps*. — Leurs diverses catégories et leur caractère général. — Comment ils fixent les alluvions incertaines et accélèrent en mer l'avancement de la terre ferme. — Leur coïncidence permanente avec les crues du fleuve, et comment leurs boues charriées par les branches souterraines du Mississipi doivent entrer dans le calcul de ses atterrissements. — Divers phénomènes expliqués par la théorie des *mud-lumps*, particulièrement la formation des anciens cordons littoraux.

Nous avons déjà vu l'absorption des eaux boueuses se traduire en atterrissements souterrains; mais les eaux absorbées en amont doivent sortir quelque part en aval et y reparaître aussi parfois en sources jaillissantes. Des sources de cette nature se rencontrent précisément aux bouches du Mississipi et en nombre extraordinaire, comme avec les effets les plus singuliers. Ces phénomènes y semblent en tout correspondre aux fonctions absorbantes du fleuve, et il est impossible qu'il n'y ait point de celles-ci aux autres des relations de cause à effet.

La plupart des sources en question sont surchargées de sédiments qu'elles déposent aussitôt qu'elles apparaissent; de là les noms de *mud-springs* et de *mud-lumps*, sources et monticules de boue. Le plus grand nombre d'entre elles se distinguent également par des qualités minérales ou fortement alcalines. Il en est aussi d'eau douce, et d'autres enfin assez clarifiées pour ne laisser aucun dépôt autour de leurs orifices.

Telles sont les sources qui pendant que des masses d'eau s'engouffrent dans les formations calcaires du Missouri, dans les terrains crevassés de New-Madrid et en maints autres lieux, sourdent de tous côtés à l'embouchure du fleuve et en avant de ses rives, comme si elles y jaillissaient d'un véritable crible sous-marin. La singularité de leur apparition vaut d'abord la peine qu'on les

décrive avec détails; nous en verrons ci-après la signification géologique.

Le premier témoignage qui les concerne est celui des ingénieurs français qui, dès l'origine de la colonisation de la Louisiane, examinèrent l'entrée du Mississipi avec un soin vraiment admirable. Voici ce que je lis dans le procès-verbal dressé à l'île de la Balise, en 1726, par une Commission ayant pour objet d'examiner l'embouchure du fleuve, sonder les passes, et connaître la solidité et l'étendue du terrain de cette station. « Nous avons pareillement » remarqué, disent les Commissaires, que dans ladite île il y a » cinq sources qui jettent de l'eau salée sur les terrains *même les* » *plus élevés*. Il y en a une auprès de la chapelle, qui est la plus » considérable, où une perche de 18 à 20 pieds entre aisément, » laquelle bouillonne en plein jour et jette un sel tout autour. Les » autres n'ont aucune profondeur ; à peine peut-on y faire entrer » un bois d'un pied de long ; mais nous croyons que toutes ces » sources ne peuvent point détruire la solidité du terrain qui est » bon et ferme par lui-même, étant joint à celui qui l'environne » et qui dessèche presque à toutes les marées. Nous observons qu'il » y avait ci-devant d'autres sources égales à celles ci-dessus qui ont » été bouchées, et qu'on peut faire de même de celles-ci (1). »

Ainsi le phénomène des sources boueuses, qui sont la plupart ou salées ou saumâtres, se trouve constaté dès 1726 et en même temps très bien caractérisé, puisqu'on remarque que les sources jetaient leur eau sur le terrain même le plus élevé de la Balise. Quant à leurs dépôts, pour s'en faire une juste idée, il faut en remarquer d'abord la forme indiquée sur un double dessin fait par le capitaine Andrew Talcott en 1838, et publié dans sa belle carte des bouches du Mississipi. On y voit deux Mud-Lumps s'élevant, l'un de 7 pieds et l'autre de 14 pieds au-dessus du niveau de la mer. L'un et l'autre sont en voie de destruction; mais il suffit de les regarder pour être convaincu que leur formation diffère essentiellement des atterrissements superficiels, lesquels restent toujours à fleur d'eau ou ne dominent que de quelques pouces le niveau du golfe.

La description de quelques-unes de ces îles nous initiera maintenant à leur genre de formation. L'une d'elles, que le professeur Forshey nomma *artésienne* à cause de ses sources, avait fait son apparition en 1832.

« Or, disait-il en 1850, elle a très bien maintenu sa forme et

(1) Mémoire conservé aux Archives scientifiques de la marine.

» ses dimensions jusqu'à présent. Sa longueur est d'environ » 600 pieds, et le *maximum* de sa hauteur actuelle de 7 pieds » 4 pouces. Non loin de sa pointe orientale est une source salée » qui constitue le principal caractère de cette île et en explique la » formation. Quand on s'en approche, on aperçoit un cône de 3 à » 4 pieds de haut sur 50 de base, et du sommet duquel s'échappe » continuellement une boue couleur de plomb, à laquelle se » mêlent de temps à autre des émissions de gaz. La boue coule » lentement sur les pentes du cône jusqu'à ce que son eau s'éva- » pore et qu'elle-même se fixe et s'ajoute aux dépôts dont le cône » va toujours s'accroissant. Cet accroissement continue jusqu'à ce » que la source atteigne environ 7 pieds au-dessus des eaux envi- » ronnantes. Elle s'arrête alors; mais c'est pour aller faire irrup- » tion sur une place moins élevée où elle recommence le même » genre de travail. La surface de l'île porte les traces de plusieurs » *tumuli* semblables. Dans un sondage de la source fait avec un » pont de bois improvisé, le plomb atteignit 25 pieds. Pareils son- » dages atteignirent ailleurs 26 mètres; mais l'épaisseur de la » boue y retint le plomb qui se perdit par la rupture de la ligne.

» Quant à l'eau qui est très salée et sans mélange d'autre goût, » elle dépose son sel par évaporation, et l'île entière brille de » cristaux de sel ainsi déposés sur son argile. »

Cette description indique déjà le rôle des sources de boue dans la formation des îles, et montre en même temps que ces dernières peuvent acquérir une superficie de plusieurs acres. La plupart des *mud-lumps* sont bien loin toutefois d'arriver à une pareille étendue, mais les plus petits n'en sont que plus intéressants à étudier, puisqu'on les voit à l'origine même de leur formation. Trois de ceux-ci se trouvent rapprochés dans *Blind-Bay*, à un mille environ de la station des bateaux remorqueurs établie sur la Passe-à-Loutre.

Voici dans quelles conditions je les ai trouvés en juin 1859.

Le premier d'entre eux m'offrit une île de 20 à 25 pieds de diamètre, parfaitement circulaire et conique. Le sommet s'en élevait de 2 à 3 pieds au-dessus des eaux environnantes, et l'eau salée qui en coulait grosse comme le doigt, n'étant que de la boue liquide, continuait à accroître de ses dépôts le monticule qu'elle avait déjà formé. La salure de cette source marquait 3 degrés, tandis que celle de l'eau environnante n'était que de 0°,80. Une couronne d'herbe luxuriante couvrait et la base et le sommet de cette île dont la partie intermédiaire était chauve et dépouillée de toute végétation par l'excès du sel. Le second *mud-lump* dépassait 4 pieds de hauteur sur un diamètre de 15 à 20 pieds. La

source qui l'avait formé était également boueuse, mais plus salée; elle accusait au salomètre 3°,40, tandis que la pleine mer en dehors de l'influence du Mississipi m'avait donné 3°,65. Quant aux eaux environnantes, leur salure accusait seulement 0°,90; d'où résultait que cette source avait aussi peu de rapport avec les eaux du littoral qu'elle semblait en avoir avec celles de la pleine mer. Cet accroissement de salure, par rapport au premier *mud-lump*, m'expliqua la présence du *Salicornia*, ou plante à soude, qui croissait dans la section centrale du second monticule.

Le troisième que j'examinai était d'une forme et d'une dimension moindres que celles des précédents, et il me frappa par la végétation dont il était entièrement recouvert, ce qui me fit croire qu'il n'y avait point de sources. « Pardon, me dit mon guide, en écartant les herbes vertes, la voilà ! » Cette source me surprit également par sa fraîcheur. J'y plongeai mon thermomètre qui marqua 21 degrés; les eaux environnantes en accusaient 27°,50, et l'air ambiant 26°,50. L'eau en est douce, ajouta mon guide. Elle me parut toutefois un peu saumâtre, comme l'eau des puits de la Nouvelle-Orléans dont on ne se sert que faute de meilleure boisson, ou seulement pour rafraîchir celle que l'on veut boire.

Ces trois îles naissantes, de même forme et de même origine, se distinguaient enfin par les bulles d'air ou de gaz hydrogène qui sortaient avec leurs diverses eaux boueuses, ce qui donnait à celles-ci une apparence d'ébullition. Dans une fiole que je remplis à la première de ces sources, la boue se déposa entièrement en huit ou dix heures, formant alors plus d'un cinquième du volume total. Quant au gaz, il offrait d'abord une couche d'à peine un quart de ligne d'épaisseur; mais par des agitations successives de la fiole qui restait scellée, il décupla de volume, et le retour de l'eau à la limpidité s'opérait chaque fois plus rapidement. Ce gaz, à la sortie des sources, me représentait parfaitement l'effet de l'air que l'eau, précipitée dans un conduit souterrain, y aurait entraîné avec elle. Il en sortait par soubresauts avec les boues liquides. Celles-ci me frappèrent encore par une absence complète de matières végétales, ce qui contribuait à donner à leurs dépôts l'adhérence qui les caractérise au milieu des terrains délayables et incohérents déposés par le fleuve (1).

---

(1) Au sujet de cette adhérence, j'ai encore à citer un fait significatif. L'adjoint du colonel Louis Hébert, ingénieur de l'État, M. Frémaux, ayant jeté l'ancre sur un *mud-lump*, cette ancre en fut retirée avec une masse d'argile si agglutinée qu'il fallut deux ou trois jours,

Avant de multiplier les faits et les témoignages, j'ai à rappeler le principe qui doit les expliquer : c'est celui de la presse hydraulique dont les effets sont prodigieux et capables, comme on le sait, de faire éclater des portions de montagnes et de produire de terribles avalanches. De tels effets donnent une idée de la force de soulèvement exercée par des nappes souterraines, dont la colonne alimentaire serait, par exemple, auprès des Natchez, c'est-à-dire haute de 86 pieds, ou bien aux confluents soit de l'Ohio, soit du Missouri, ce qui lui donnerait une élévation de 300 ou 400 pieds. Cette colonne alimentaire, ne fût-elle qu'un simple filet d'eau, ne perdrait rien de sa puissance, à moins qu'elle ne rencontrât une fissure ; auquel cas, elle se produirait en source boueuse ; mais si, au lieu de fissure, elle trouve un bas-fond disloqué, et qu'elle presse, je suppose, contre un radeau, ce radeau se soulève comme ferait un vaste piston dont la lenteur et la durée de soulèvement est alors proportionnée à sa propre surface.

De là ces îles des bouches du Mississipi, ayant parfois une superficie d'un ou plusieurs acres, et qui mettent des années entières à s'élever au-dessus des flots. Des fuites pourtant s'opèrent durant cette émergence et à chaque fuite correspond précisément une source avec son monticule boueux. L'île, décrite par le professeur Forshey, nous a montré plusieurs de ces *tumuli*, et on les retrouve dans la plupart des soulèvements du même genre. Ainsi tout se passe bien comme s'il y avait réellement la pression hydraulique dont nous parlons. Cette pression a d'ailleurs un terme, et les fuites, au lieu de se réaliser de bas en haut, peuvent se faire latéralement, ou bien la colonne d'eau peut s'échapper au fond du golfe. Alors, plus de pression par en bas, et l'île de s'abaisser, de se disloquer ; puis les courants du fleuve et de fortes marées la rongent ou la font même disparaître.

Cette explication s'adaptant aux conditions les plus diverses des *mud-lumps*, j'ignore quelle objection pourrait lui être faite. Toutefois on pourrait dire que sir Charles Lyell a visité en 1845 les bouches du Mississipi, et que, dans le volume où il rend compte de ses observations, il a passé sous silence les sources et îles de boue qui nous occupent. Son silence y a été complet à cet égard, et n'en est que plus regrettable de la part d'un esprit aussi éminent ; mais que prouverait cet argument négatif, sinon que

---

me dit-il, pour la nettoyer entièrement. Le simple courant du fleuve eût au contraire suffi pour délayer cette boue, si elle eût été prise dans les alluvions fluviales.

M. Lyell n'a pas vu les *mud-lumps*, ou plutôt ne les a pas regardés (1), préoccupé qu'il était alors d'amoindrir les atterrissements du Mississipi, pendant que d'autres célèbres géologues les exagéraient de leur côté sur la foi des relations les plus inexactes.

Ceci me conduit à répondre à une autre objection. M. Élie de Beaumont, parlant d'après M. Michel Chevalier, lequel parlait d'après le major Delafield, supposerait que les monticules de boue désignés vaguement sous le nom de *phénomènes étranges*, résultent d'un soulèvement par bascule, *mouvements*, dit-il, qu'*accompagnent sans doute des dépressions produites ailleurs* (2). Mais ces dépressions, comme serait celle d'un radeau qui s'abaisserait d'un côté en s'élevant de l'autre, sont tout-à fait ignorées aux bouches du Mississipi. Les *mud-lumps* au contraire, formés par les dépôts successifs et adhérents des eaux boueuses, y sont le sujet de toutes les conversations. Que dis-je, c'est contre eux surtout que luttent les ingénieurs occupés d'améliorer les bouches du Mississipi. Ces faits sont de notoriété publique, et, contre des arguments aussi positifs, des objections fondées sur un récit de seconde et troisième main ne sauraient être valables.

N'oublions pas d'ailleurs que le caractère le mieux constaté des *mud-lumps* répond à l'objection précédente ; c'est l'adhérence de leur sol remarquée d'abord par le général Collot, ensuite par le professeur Forshey, enfin par une Commission d'ingénieurs chargée, en 1852, d'examiner l'état des bouches du Mississipi. Cette Commission composée des hommes les plus experts a déclaré (3) :

---

(1) M. Lyell, qui n'a pas vu les *mud-lumps*, a pourtant vu sur la carte du père Charlevoix, remontant à 1722, une vieille construction espagnole qui, par le seul fait de cette origine, devrait être postérieure à cette même carte de plus de quarante ans, et il l'y a vue, dit-il, *marquée avec exactitude*. En face d'erreurs aussi palpables, il serait superflu de répondre à des arguments négatifs. — *We went within a mile of the old spanish building called the Magazine, correctly down in Charlevoix's map, et now* 600 *yards nearer to the sea than formerly* (*A second visit to the United-States*, vol. II, p. 119, édition de New-York, 1855).

(2) *Géologie pratique*, de M. Élie de Beaumont, p. 509, et *Des voies de communication aux États-Unis*, par M. Michel Chevalier, t. Ier, p. 78.

(3) *Report of Chare, Beauregard and Latimer : Board of Engineers for the examination of Mississipi* (*Congress documents*, 1852-53). C'est à l'obligeance du major Beauregard, membre de cette Com-

« *que la formation des mud-lumps est entièrement distincte de celle des marais constituant la terre ferme ;* et, en lui attribuant pour *cause incontestable une force très remarquable de soulèvement souterrain*, elle en a constaté les effets, qui sont d'accélérer la formation des nouvelles terres, et, par suite, le prolongement des passes en mer. »

Après des témoignages aussi compétents, comme après tous les faits déjà connus, on peut donc l'affirmer sans crainte d'erreur: distincts par leur formation, comme par leur origine, les *mud-lumps* n'auraient point dû être oubliés, et ils méritent de prendre place parmi les formations les plus curieuses résultant des causes actuelles. D'un autre côté, ces monticules, bien que peu élevés au-dessus des flots, n'en acquièrent pas moins une certaine importance topographique, puisqu'ils se développent au point d'offrir parfois plusieurs acres de superficie. Alors même qu'ils offrent seulement quelques mètres de rayon, ils servent toujours de points d'arrêt aux dépôts sédimentaires; et c'est en facilitant et en fixant leur accumulation qu'ils fonctionnent comme les pitons d'un cordon littoral en cours de développement. Pionniers de la terre ferme dans les eaux du golfe, il leur arrive pourtant d'être souvent punis de leur témérité, emportés qu'ils sont, tantôt par le courant du fleuve, tantôt par les marées orageuses. La disparition en est alors aussi capricieuse que l'avait été leur apparition; et de là l'instabilité trop fréquente aux bouches et sur les barres du Mississipi, ce qui en change sans cesse les conditions navigables, et en rend l'amélioration d'autant plus difficile.

Grâce aux facilités que m'avait données la Compagnie des bateaux remorqueurs, je pus, à leur tour, consulter les capitaines et les pilotes les plus familiarisés avec les localités. J'avais déjà fait, pour mesurer la salure du golfe, une excursion à bord de l'*Anglo-Saxon*, commandé par M. Legrand; c'est dans mes entretiens avec lui et avec ses collègues, que je m'appliquai à démêler les faits sur lesquels ils étaient tous d'accord, me réservant ensuite d'en tirer les conclusions.

La première question fut relative aux causes qui faisaient si fréquemment varier la profondeur des bouches du fleuve. Ce fut à qui citerait des faits caractéristiques de cette situation; et, comme on le devine, il n'y avait qu'une voix pour en rendre, avant tout, les *mud-lumps* responsables. Il ne faut point toutefois confondre

---

mission, que j'ai dû la communication du rapport inédit du professeur Forshey sur le même sujet (4 novembre 1850).

avec eux les fréquentes inégalités de fonds occasionnées par les remous, autour des navires échoués dans la vase. En pareil cas, un monticule se produit toujours derrière le navire ; mais c'est là une accumulation momentanée, qui disparaît presque aussi vite qu'elle a été formée.

Quant aux vrais *mud-lumps*, ce sont eux qui se rient des efforts de l'art et déroutent tous les calculs des ingénieurs pour améliorer l'entrée du Mississipi, surgissant et s'engloutissant çà et là, à tout propos et à tout hasard, élevant ou abaissant la barre, ouvrant ou fermant le passage aux navires, qui néanmoins s'y multiplient chaque année.

La même unanimité des interlocuteurs existait sur le grand nombre des orifices qui nous occupent ; de sorte qu'autour des bouches du fleuve les sources sembleraient jaillir comme d'un crible sous-marin. On en voit aussi bouillonner qui ne sont pas du tout boueuses. Quant aux *mud-lumps* produits par voie de soulèvement, leur catégorie est très nombreuse, et, tout en se distinguant de la précédente par le mode initial de leur formation, elle se rencontre dans le même ordre de faits, résultant, comme nous l'avons dit, d'une pression de bas en haut, qui ne peut être qu'une pression hydraulique. Leur apparition ne laisse aucun doute à cet égard, puisque leur masse, en s'élevant, s'arrondit d'abord ; puis d'un point culminant et cratériforme la source ordinaire fait irruption et complète le *mud-lump*, à la différence des autres cas où elle seule le commence, le développe et le finit.

Cette pression d'en bas, ou puissance de soulèvement, se manifeste par des faits à peine croyables, mais très positifs.

A ce propos les pilotes me montrèrent le lieu où trois semaines auparavant ils avaient trouvé 18 pieds d'eau. Maintenant, me dirent-ils, il n'y en a pas 12. Dans une autre place, un vaisseau avait jeté l'ancre dans des eaux profondes ; quand il voulut partir, il se trouva prisonnier entre deux *mud-lumps*, et il fallut les efforts de plusieurs remorqueurs pour le remettre en eaux vives. Ici, une goëlette ayant fait naufrage restait ensevelie sous les eaux, quand un soulèvement du fond la fit voir à sec sur une île. Là-bas, c'étaient des dalles de Portland, jetées à la mer pour alléger un navire ; quelques années plus tard, les dalles se trouvèrent également à sec sur un *mud-lump*. Sur un autre point apparut à son tour une ancre de navire, dont la rouille attestait qu'elle s'était perdue depuis un temps immémorial. Cette ancre est encore conservée chez un pilote de la Balise, et c'est une des

preuves nombreuses de la formation des *mud-lumps* par voie de soulèvement.

Parmi ces divers monticules où le plus souvent se rencontrent des sources salées ou saumâtres, d'autres fois des eaux douces, quelquefois enfin des eaux minérales, il en est deux qui résument très bien le caractère extérieur de tous les autres. Le premier est en tête de la Passe-à-Loutre où il s'élève de 7 à 8 pieds au-dessus du niveau du golfe. Comme dans le *mud-lump* décrit plus haut par M. Forshey, on y trouve plusieurs orifices de sources boueuses, et de chacun d'eux l'eau découle toujours par le côté le plus bas, mais bientôt elle exhausse de ses dépôts boueux ce même côté, ce qui porte ailleurs son écoulement, et successivement lui fait produire des exhaussements semblables. Cette île de boue croît de la même manière en extension, n'attendant plus que des atterrissements superficiels qui la joignent aux rives déjà formées.

Le second *mud-lump* est à la passe sud-ouest, à un demi-mille de la rive. On ne peut l'atteindre qu'en franchissant un affreux marais; mais on le voit fort bien, et il m'a été signalé plusieurs fois du haut des bateaux à vapeur qui me portaient au Texas. Le pilote Benjamin Morgan, qui l'a visité, me le représentait comme un cône tronqué, de 20 à 25 pieds de haut sur 300 de circonférence. La source qui l'a formé ne cessait point de jaillir au sommet, s'y élançant par soubresauts en gerbe boueuse, et coulant sur tout le pourtour où elle déposait en couches concentriques ses vases d'argile et de sable; c'est ainsi que le monticule continue à s'exhausser régulièrement, toujours inondé et brillant au soleil de quelque côté qu'on le regarde.

On voit donc par quel double travail les sources font des monticules, tantôt de forme conique, quand elles coulent abondamment et à plein bord, tantôt de forme évasée et irrégulière, quand elles s'épanchent lentement, soit d'un côté, soit d'un autre, exhaussant toujours le côté le plus bas et divisant leurs dépôts successifs par les rigoles mêmes de leurs épanchements. Les *mud-lumps* se couvrent ainsi de rides et de sillons; puis vient la sécheresse, qui en fendille le sol argileux, en attendant que les pluies torrentielles transforment les fissures en crevasses, et que les marées extraordinaires ou l'effet de sécheresses nouvelles agrandissent les brèches et en détachent fragments sur fragments.

Le monticule s'amonidrit alors rapidement et se découronne,

comme tomberait une maison en ruine. Quant aux îles formées par soulèvement, on les voit aussi parfois s'affaisser et disparaître; les eaux souterraines en ont alors délayé ou emporté la fondation, et le phénomène s'est terminé par un effondrement sous-marin. Telles sont les phases des îles et des monticules de boue dont l'histoire contribue à rendre si intéressante l'étude des bouches du Mississipi.

Bien des questions se rattacheraient encore au même sujet. Ainsi l'élévation des *mud-lumps* permettrait-elle de calculer celles des diverses colonnes d'eau dont ils sont le résultat? La plupart d'entre eux, ne s'élevant que de 7, 10 ou 14 pieds au-dessus de la mer, indiqueraient que le sommet de la colonne alimentaire n'est point à une très lointaine distance. Cependant leur élévation pourrait bien être indépendante du point de départ de cette colonne. Supposons, en effet, les monticules boueux fonctionnant comme des tubes implantés sur une branche de conduite, ou piézomètre de courants souterrains débouchant librement du fond du golfe : l'eau ne s'y élèverait en pareil cas qu'en proportion du parcours ou de la résistance à vaincre entre le piézomètre et le débouché sous-marin; de sorte que si les nappes alimentaires débouchent en mer à une distance à peu près égale des passes du Mississipi, sous les couches d'argile qui s'y développent en éventail, cela expliquerait très bien les légères différences d'élévation propres aux sources et à leurs monticules de boue.

Mais la boue d'où vient-elle? de quelle formation a-t elle été enlevée? Ce problème n'est pas sans intérêt. Le poser d'ailleurs c'est le résoudre, car pourrait-elle venir d'autre part que des mêmes conduits absorbants où nous avons vu s'engouffrer tant de masses d'eau du Mississipi. Toute autre supposition ne serait pas soutenable, du moment que cette observation a été prouvée jusqu'à l'évidence.

Les dépôts de boues souterraines, si nombreux aux bouches du fleuve, proviennent donc de lui même, au moyen de ses branches cachées, dont il ne faut pas tenir un moindre compte que de ses embranchements apparents. Les *mud-lumps* font ainsi partie intégrante de ses alluvions; et bien que d'une formation très distincte de sédiments de la surface, ils n'en doivent pas moins figurer dans le calcul des atterrissements du Mississipi.

Si un doute restait à cet égard, il disparaîtrait devant le fait que ces îles singulières surgissent surtout durant les hautes eaux. Cette coïncidence permanente indique nécessairement des relations de cause à effet, et démontre une fois encore l'influence des fonctions

absorbantes du Mississipi sur la production des *mud-lumps*. Ce n'est point tout : un fait qui rentre dans le même ordre d'idées, et n'est pas moins certain, c'est que les barres de ce fleuve empirent toujours durant les crues, c'est-à-dire au moment où les barres de tous les autres fleuves s'améliorent. Le Mississipi serait-il donc régi par des lois exceptionnelles? Cela peut être. Mais ce qui est plus sûr, c'est qu'il agit conformément à ses propres lois; aussi, durant les hautes eaux, ses passes ne manquent-elles jamais d'être soulevées et bouleversées en aval, quand les colonnes alimentaires des *mud-lumps* s'élèvent de toutes parts en amont. Cette corrélation est constante, et elle ne saurait s'expliquer autrement que par la constance même des communications souterraines entre les bouches du fleuve et son lit supérieur.

Telle est la cause particulière que nous avions promis d'expliquer, et qui, accumulant deux sortes d'alluvions à l'embouchure du Mississipi, y accélère si fort la marche des atterrissements.

M. Delesse fait remarquer que plusieurs des phénomènes d'infiltration décrits par M. Thomassy se passent sur une petite échelle dans le lit de la Seine.

M. de Verneuil dit qu'il a vu le Missouri, et qu'il s'explique difficilement comment des eaux peuvent sortir à 300 lieues de distance des points où elles s'engouffrent. Il s'en étonne d'autant plus que là, où les eaux s'engouffrent, le Missouri coule dans le calcaire carbonifère, et qu'au point où elles ressortent, il coule sur un terrain entièrement différent : le terrain tertiaire.

M. Albert Gaudry, secrétaire, communique, au nom de l'auteur, la note suivante :

Des espèces perdues, et des races qui ont disparu des lieux qu'elles habitaient primitivement, depuis ou avant notre existence; par M. Marcel de Serres.

Les faits prouvent que bien des espèces animales et même des végétaux se sont éteints non-seulement avant, mais après l'apparition de l'homme. Les causes les plus simples peuvent anéantir certaines espèces. Par exemple, lorsque les naissances ne compensent pas les effets de la mortalité, si cette compensation n'a pas lieu pendant un certain espace de temps, l'espèce doit néces-

sairement finir par disparaître et s'éteindre. Aussi voyons-nous les animaux perdus depuis des temps très rapprochés de nous se rapporter à des races qui par leur organisation ou leurs dimensions n'ont pu échapper à nos poursuites. Tels paraissent être les oiseaux gigantesques de la Nouvelle-Zélande et de Madagascar, nommés *Dinornis* et *Épyornis* et surtout le Dronte qui vivait encore à l'île de France ou l'île Maurice en 1626 (1).

Il en a été de même du Cerf à bois gigantesques que les Romains ont figuré sur leurs monuments et que les grands de Rome faisaient venir d'Angleterre à cause de la bonté de sa chair ; nous ne retrouvons plus ce Cerf parmi les races vivantes, pas plus que nous n'y voyons le Sanglier d'Érimanthe ni les *Crocodilus lanceosus* et *laciniatus* trouvés dans les catacombes de l'ancienne Égypte. Geoffroy Saint-Hilaire a considéré ces dernières espèces comme des races perdues ; du moins ces animaux n'ont pas été trouvés ailleurs. Il en est ainsi de plusieurs races figurées sur les mosaïques de Palestine, que l'on ne rencontre plus nulle part, quoiqu'elles aient été dessinées avec des espèces actuellement vivantes. Seulement, elles ont dû périr plus tard que les Crocodiles signalés par l'illustre auteur de la *Philosophie zoologique*, qui datent de la construction des grandes pyramides d'Égypte.

On observe du reste, dans plusieurs autres circonstances, des races totalement perdues, comme par exemple l'*Ursus spelæus*, confondues dans les mêmes limons où l'on découvre le Renne et l'Élan, quoique ces espèces ne se trouvent plus dans les contrées où elles sont disséminées dans les tourbières. On voit en effet sous ces amas de végétaux de la Suède de nombreux débris de ces ruminants, quoiqu'on ne les y voie plus aujourd'hui, maintenant qu'ils sont relégués plus au nord.

Nous devons à M. le professeur Steenstrupp la connaissance d'un fait des plus curieux qui prouve que plusieurs animaux se sont éteints depuis des temps bien postérieurs à l'apparition de l'homme, et que d'autres ont disparu des lieux où ils vivaient primitivement et ont été remplacés par de nouvelles espèces.

---

(1) Ce travail a été l'occasion, pour M. Radiguel, de prétendre qu'il y a eu des créations réitérées de l'homme et des autres espèces. Il en a été sans doute ainsi pour les animaux vertébrés et invertébrés, ainsi que pour les générations successives qui ont apparu dans les temps géologiques ; mais il ne paraît pas en avoir été de même de l'espèce humaine. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLIX, p. 958, n° 25, 19 décembre 1859.)

Ainsi l'*Emys lutoria, varietas borealis*, Nilsson, le *Castor tiber*, le *Tetrao urogallus* et l'*Alca impennis*, qui jadis vivaient dans le Danemark, ne s'y rencontrent plus aujourd'hui. Les conifères ont disparu de la contrée. Une foule d'arbres dicotylédons, tels que les hêtres, les bouleaux, les aunes, les noisetiers et les chênes, etc., leur ont maintenant succédé. Un pareil changement dans la végétation a dû exercer une grande influence sur les animaux.

On peut rapporter à l'époque où vivaient en Danemark les animaux éteints de nos jours les grands amas d'ossements que l'homme semble avoir réunis après s'être nourri des chairs qui les recouvraient. On y découvre des espèces perdues, telles que le *Bos primigenius* dont les dimensions étaient presque colossales; mais on ne voit plus avec cette espèce la moindre trace d'une race domestique, si ce n'est le Chien. On n'y rencontre pas en effet le Bœuf ordinaire, le Mouton, la Chèvre, le Cochon et le Cheval. On y observe toutefois le Sanglier et, ce qui est non moins particulier, l'Huître ordinaire, le Moule (*Mytilus edulis*), et le Bucarde comestible, enfin les quatre espèces de vertébrés que nous venons de signaler (1).

Les amas d'ossements du Danemark sont disséminés sur plus de quarante localités différentes, et cela à des intervalles plus ou moins éloignés. Les plus distants de Copenhague en sont à 30 ou 40 lieues et les plus rapprochés se trouvent à environ 5 ou 6 lieues. Ils forment des tas si considérables que leur hauteur moyenne de $0^m,97$ à $1^m,30$ arrive parfois à celle de $3^m,44$. Leur dimension n'est pas moindre, dans certaines localités, de $322^m,6$.

Ces amas présentent cette particularité remarquable d'offrir partout les mêmes circonstances et les mêmes animaux. On y distingue le Chat sauvage, le Blaireau, la Belette (*Mustela vulgaris*), ainsi que plusieurs grandes espèces de Cerfs. Ces différentes races ne se rencontrent plus cependant en Danemark ni dans la plus grande partie de l'Allemagne. Les débris du Grand-Duc (*Stryx*

---

(1) Le grand Pingouin, *Alca impennis*, que l'on trouvait naguère dans l'une des îles du Danemark, située près de l'Islande, nommée, à raison de cette circonstance, île du Pingouin (ou *Geirfugieskjer*), ne s'y rencontre plus aujourd'hui. On ne le voit pas davantage ailleurs, quoique nos musées en renferment quelques individus empaillés. Les ossements de cet oiseau, qui, comme le Dronte, ne volait pas, sont assez nombreux parmi les débris osseux agglomérés à dessein. Ils ont été souvent raclés pour en enlever les chairs qui les recouvraient (voyez le mémoire publié à Copenhague, en 1857, sur l'histoire de cet oiseau par M. le professeur Steenstrupp.)

Bubo) accompagnent assez constamment les restes de ces diverses espèces de mammifères.

La raclure de ces ossements constamment accomplie par des instruments tranchants ou diverses variétés de silex rend ce point de fait extrêmement vraisemblable. Il le devient encore plus par cette circonstance, que les débris osseux ont été placés à dessein auprès de petits fourneaux contenant encore du charbon et des cendres.

Du reste, un assez grand nombre de ces débris ont été convertis en charbon, mais le plus souvent ils ont été évidemment travaillés par les mains des hommes, surtout les bois de quelques grandes espèces de Cerfs. Façonnés à l'aide d'instruments particuliers, ils ont parfois été préparés pour en servir eux-mêmes, ainsi que l'indiquent les formes qu'on leur a données.

Les tourbières de la Suède présentent également des faits analogues. Elles recèlent, en effet, des restes de l'*Ursus spelæus*, mêlés et confondus avec des ossements de Renne et d'Élan, quoique ces animaux ne s'y voient plus aujourd'hui et soient maintenant relégués plus au nord.

La perte de certaines espèces pendant les temps historiques a donc eu lieu, non d'une manière simultanée, mais successivement, comme la plupart des phénomènes physiques et à des époques diverses. Le difficile est d'en fixer la date d'une manière précise; tout ce qu'il est possible de faire dans l'état où sont nos connaissances à cet égard est de les rapporter à une époque déterminée.

On sait que les archéologues de la France et de la Scandinavie sont d'accord sur plusieurs points importants de l'histoire des anciens peuples des contrées occidentales. Leur opinion est aujourd'hui généralement adoptée en Allemagne, ainsi que dans la plupart des pays de l'Europe.

Ces périodes, à en juger par la nature et la disposition des objets de l'industrie que ces anciens peuples nous ont laissés, sont au nombre de trois; elles constituent, 1° l'âge de pierre, la plus ancienne des trois périodes; 2° l'âge de bronze; 3° l'âge de fer; seulement, ce dernier a été divisé en plusieurs époques distinctes.

Si l'on voulait classer sous ces différents rapports les divers ossements dont nous venons de parler, on pourrait ranger les divers débris osseux des amas du Danemark dans la période de pierre, et ceux des cavernes dans celle de bronze, tout comme les restes des animaux des temps modernes, parmi lesquels nous avons cité le Cerf à bois gigantesques, le Dronte et les Oiseaux nommés *Dinornis* et *Epyornis*, ceux-ci appartiendraient à l'époque la plus ré-

cente de la période du fer. On pourrait adopter le même ordre pour classer les autres ossements et fixer la date où ils ont été disséminés dans les lieux où nous les rencontrons.

D'après les faits qui précèdent, bien des espèces animales et l'on pourrait même ajouter plusieurs végétaux se sont éteints à des époques historiques différentes, ou du moins ont disparu des lieux qu'elles habitaient primitivement, et cela postérieurement à l'apparition de l'homme. Les races perdues, considérées comme se rattachant uniquement aux temps géologiques, sont loin d'avoir une pareille importance, puisqu'un certain nombre, loin de remonter aussi haut, se rapportent au contraire à des époques récentes.

Il n'est donc pas étonnant de trouver avec des races tout à fait éteintes des débris de l'espèce humaine et des restes de son industrie.

Il est toutefois une autre question liée à ces phénomènes qui, malgré son importance, est encore à résoudre : c'est celle de savoir comment il se fait que la plupart des instruments tranchants, ou les haches des terrains d'alluvion, appartiennent aux mêmes espèces de minéraux, quelque grande que soit la distance horizontale qui sépare les lieux où nous les découvrons aujourd'hui.

Les faits que nous venons de soumettre à l'attention des hommes éclairés semblent avoir été dus à notre influence ; ils ne remontent pas, du reste, quant à l'époque où ils se sont passés, à une haute antiquité, quoique plusieurs annoncent une extinction totale de certaines espèces ou leur disparition des contrées qui les avaient vues naître. Tous ces faits sont bien jeunes à côté de ceux qui se rapportent à la terre et à sa formation, quoique l'on se soit plu à les confondre et à les considérer comme de la même date.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à prouver que la contemporanéité de l'espèce humaine avec des races perdues, ou qui ont changé d'habitation, est loin de prouver, comme on l'a supposé, une antiquité presque indéfinie. Prenons maintenant des exemples parmi les faits bien rapprochés de nous et qui démontrent l'influence que l'homme a constamment exercée sur les animaux qu'il avait à craindre et à redouter.

Les Lions, les Léopards, les Panthères, les Ours et autres carnassiers analogues, comme les Lynx, étaient pour la plupart communs en Grèce du temps de Xénophon (1). On ne les y voit plus cepen-

---

(1) Voyez les *Œuvres de Xénophon*, traduites par Pyrame de Candolle : *Traité de la chasse*, 1 vol. in-folio, Cologne, 1613, p. 768. On peut trouver une nouvelle preuve de l'existence des Lions en

dant aujourd'hui. Leur disparition de cette contrée est une forte présomption que la plupart de ces carnassiers n'existeront bientôt plus en Algérie, si nous en conservons la possession, et surtout s'il se trouve dans cette colonie des chasseurs aussi intrépides et aussi courageux que le capitaine Gérard.

Il n'a pas fallu des siècles à l'Angleterre pour détruire les Loups qui infestaient son territoire et menaçaient ses troupeaux. La France elle-même voit leur nombre diminuer d'une manière sensible depuis quelques années, sans qu'on mette beaucoup d'ardeur à les poursuivre. Les Cerfs, les Sangliers ont tout à fait disparu de nos régions méridionales, où naguère ils fréquentaient les forêts de nos chênes verts.

Les Ours éprouveront bientôt le même sort. Il est en effet constant que leur quantité devient chaque jour de moins en moins considérable, et qu'ils tendent à s'éteindre, aussi bien dans les Alpes que dans les Pyrénées. Les Bouquetons et les Chamois, quoique herbivores et utiles à notre espèce, diminuent également d'une année à l'autre, tout comme les Castors, qui disparaîtront bientôt des rivages du Rhône auprès desquels on les trouvait naguère avec une certaine fréquence.

Ces animaux ne sont pas les seuls des vertébrés qui, par suite de notre influence, s'éteindront probablement sous peu dans les contrées que nous fréquentons. Il en est de même des autres classes, des invertébrés, surtout de ceux qui nous servent d'aliments.

La diminution de plusieurs espèces de ce grand embranchement, principalement celles qui sont utiles, est si réelle que les gouvernements eux-mêmes s'occupent de porter remède à un pareil état de choses. Pour cela, on tente de toutes parts de repeupler nos fleuves, nos rivières, nos lacs, ainsi que les mers elles-mêmes.

Il est en effet constant que la consommation de plusieurs espèces marines, et par exemple celle des Huîtres, est devenue si considérable que ces mollusques cesseront bientôt d'exister, si nous continuons à en user avec une aussi grande profusion que par le passé, quelle que soit leur fécondité. Ce qui arrivera peut-être pour les Huîtres de l'Océan est déjà arrivé pour celles de la Méditerranée, dont nous nous privons, non sans raison, depuis quelque temps.

Grèce dans l'ordre qu'Eurysthée donna à Hercule de tuer le lion de Némée, ordre que ce dieu accomplit complétement.

En résumé, si nous avons façonné le sol dont nous tirons nos aliments, nous avons également réglé à notre profit la distribution des végétaux et des animaux. Nous avons éloigné de nous tous ceux qui pouvaient nous nuire, et nous avons favorisé, par tous les moyens, le développement des races dont nous pouvons tirer parti. Ce n'est pas là un des moindres bienfaits de la civilisation et des progrès que la navigation a faits de nos jours.

Séance du 27 février 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le baron de Ryckholt, colonel en retraite, à Visé, près Liége (Belgique), présenté par MM. de Binkhorst et Hébert;

Guillemin (Edmond), ingénieur civil des mines, avenue de Paris, 6, à Versailles (Seine-et-Oise), présenté par MM. de Verneuil et Delesse.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, janvier 1860.

De la part de M. Eugène Eudes Deslongchamps :

1° *Notes sur l'étage callovien* (extr. du IVe vol. du *Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*), in-8, 46 p., 2 pl., Paris, 1859; chez Derache.

2° *Mémoire sur les Brachiopodes du Kelloway-rock ou zone ferrugineuse du terrain callovien dans le nord-ouest de la France* (extr. du t. XI des *Mém. de la Soc. Linn. de Normandie*), in-8, 58 p., 5 pl., Caen, 1859; chez A. Hardel.

De la part de M. A. Passy, *Carte géologique du departement*

de l'Oise, dressée sur la carte topographique du Dépôt de la guerre et d'après les travaux de M. Graves, etc.; 4 f. grand-aigle, 1858, échelle $\frac{1}{80000}$.

De la part de M. R. Thomassy, *Cartographie de la Louisiane* (extr. de *La géologie pratique de la Louisiane*), in-8, pp. 205-226, Paris, 1859; chez Victor Masson.

De la part de M. A. Bravard, *Catalogue des espèces d'animaux fossiles recueillis dans l'Amérique du Sud, de* 1852 *à* 1860, in-4, 5 p. ...

De la part de M. Eudes Deslongchamps, *Note sur une nouvelle espèce d'Oscabrion fossile*, Chiton Terquemii, *du lias moyen de May* (*Calvados*) (extr. du IVe vol. du *Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*), in-8, 24 p., 1 pl., Caen, 1859; chez A. Hardel.

De la part de M. Ferd. Freih. von Richthofen, *Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol, Erste Abth.*, in-8, 66 p., 2 pl., Vienne, 1859.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, n°s 6 à 8.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. XVIII, n°s 107 et 108, novembre et décembre 1859.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. VI, 1858; *Tabl. météor.*, f. 1-4.

Société impériale et centrale d'agriculture; Bulletin des séances, 2e sér., t. XV, n° 1, novembre et décembre 1859.

L'Institut, n°s 1362-1364, 1860.

Bulletin de la Societé industrielle de Mulhouse, n° 150.

The Athenæum, n°s 1685-1687, 1860.

Revista minera, t. XI, n° 234, 15 février 1860.

The Canadian journal of industry, science and art; janvier 1860.

M. A. Passy fait hommage à la Société de la Carte géologique de l'Oise (4 f. gr.-aigle, voyez plus haut la liste des dons). Il donne ensuite lecture de la note suivante :

Sur la Carte géologique du département de l'Oise;
par M. A. Passy.

M. Graves, en faisant la description des cantons de ce départe-

ment, avait joint à chacune de ses statistiques une carte extraite du cadastre.

Sur un exemplaire de la plupart de ces cartes, c'est-à-dire 28 sur 32, il avait colorié les terrains à mesure qu'il les avait parcourus. Puis il avait dressé une grande carte géologique du département.

Cette carte il l'avait adressée au Ministère des travaux publics. Elle s'est trouvée perdue en 1848.

Les dernières fonctions officielles de M. Graves ne lui laissaient plus le temps de recommencer son travail, et d'ailleurs un peu de dépit de la perte de ce précieux document l'éloignait de la résolution d'entreprendre une seconde fois son œuvre.

Je lui proposai de me charger de ce travail, sous son inspiration, et il avait fini par accepter ce projet, en mettant à ma disposition ses cartes cantonales. Il devait venir passer sa convalescence chez moi et j'aurais préparé les éléments de cette carte que nous devions établir ensemble.

Il m'a fallu l'entreprendre tout seul.

J'avais étudié une grande partie de ce département, limitrophe de la localité que j'habite, et avec le secours des cartes cantonales de M. Graves établies sans projections, à la vérité, j'ai pu produire avec sécurité un travail dont les bases principales étaient posées d'avance.

Je crois devoir reproduire une remarque qui me semble avoir son utilité, c'est qu'en reportant sur la carte du dépôt de la guerre les limites des terrains, telles que je les trouvais établies sur les cartes cadastrales ou que je les avais tracées moi-même sur des cartes ordinaires, ces limites s'adaptaient naturellement aux contours des projections exprimées, c'est-à-dire que chaque changement dans l'altitude et le périmètre était habituellement la limite même d'un terrain particulier.

Cet éloge que j'ai déjà donné ici au grand travail de l'état-major devant les hommes qui sont le plus à même de l'apprécier, je le répète volontiers.

Ainsi la topographie se trouve fondée sur la géologie, et à son tour la géologie peut utiliser les travaux géodésiques.

Le département de l'Oise est entouré par les départements de la Somme, de l'Aisne, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise, de l'Eure et de la Seine-Inférieure.

Il est inscrit entre 54°,51 et 55°,29 de latitude et 0″,76 de longitude O. et 0″,92 E. La méridienne de Paris le divise en deux parties presque égales.

Le pays constitue une vaste plaine faiblement inclinée du nord au sud.

Les altitudes n'atteignent que 235 mètres et la partie la plus basse a 22 mètres dans les vallées.

Ainsi que l'a fait remarquer M. Graves, les terrains principaux s'y succèdent par superposition transgressive; chacun d'eux, après avoir occupé la surface du sol, plonge sous le terrain supérieur, dont la tranche forme une falaise au sommet de laquelle commence un nouveau plateau. Chaque plaine supporte des tertres en buttes isolées, restes et témoins des terrains qui ont été détruits.

Le pays de Bray est un massif allongé du sud-est au nord-ouest, resserré entre deux vallées longitudinales qui l'isolent de la grande plaine, à travers laquelle il apparaît, limité par deux longues falaises abruptes, coupées seulement par quelques rares vallées.

Au sud du pays de Bray, depuis le sommet de sa grande falaise, se développe une surface inclinée couverte par le diluvium de la craie et distinguée sous le nom de pays de Thelle; plus au sud encore, de l'autre côté de la Troesne, la plaine du Vexin français, formée par le calcaire grossier et surmontée par des collines de formation lacustre, s'étend jusqu'aux rives de l'Oise, de la Seine et de l'Epte.

Au nord-ouest dans le Beauvoisis, le diluvium recouvre aussi la masse de la craie, mais il est revêtu par l'alluvium ancien disposé en étendues assez vastes.

Dans le Santerre, cet alluvium domine et s'épaissit; il se continue au nord du département : c'est le limon jaune de la Picardie. Il donne à cette contrée naturelle un aspect uniforme et une fertilité remarquable.

A l'est du Santerre, le Noyonnais est généralement couvert par les sables glauconieux inférieurs que les lignites accompagnent. Le grand plateau, appelé montagne de Soissons, est constitué par une masse de calcaire grossier qui passe de l'autre côté de l'Aisne et forme le Valois.

Au sud-est du département s'étendent les fertiles plaines du Mulcien où domine le calcaire lacustre moyen, supporté et entouré par l'étage des sables et grès moyens.

Sur ce plateau s'élèvent des collines qui sont régulièrement composées du gypse, des sables et grès supérieurs et du calcaire lacustre supérieur avec des meulières.

L'alluvium recouvre et fertilise les plateaux de calcaire grossier et de calcaire lacustre moyen.

Telles sont les grandes divisions naturelles du territoire.

Les rivières de l'Oise, de l'Aisne, de l'Ourcq, de la Troesne, du Thérain et de l'Epte ont creusé les vallées principales qui divisent la surface uniforme du département.

J'ai suivi pour la légende de la carte les dénominations que M. Graves avait adoptées dans sa topographie géognostique de l'Oise, et j'y ai joint les synonymes des principaux terrains.

Voici leur nomenclature à partir du plus ancien :

L'étage kimméridgien composé de calcaire compacte, séparé par des marnes argileuses et surmonté ou plutôt accompagné de lumachelles enveloppées par des marnes argileuses. Il occupe le centre de la vallée de Bray.

L'étage portlandien comprend des bancs de grès, calcaires glauconieux, alternant avec du sable grossier et des lits de marnes fossilifères. Il est rangé le long du noyau central.

L'étage néocomien offre des couches principalement sablonneuses et ferrugineuses, avec des argiles subordonnées. Diversement colorés, ces terrains s'étendent sur l'étage portlandien et occupent la vallée jusqu'au pied des deux falaises qui la bordent.

Le gault se montre en une bande continue, mais souvent recouverte au sud du pays de Bray ; elle se fait voir aussi au nord, mais avec moins de régularité. Le gault s'avance au pied des falaises dans l'intérieur de la vallée sous la forme de buttes déprimées.

La craie chloritée entoure le pays de Bray à son extrémité orientale et se prolonge au sud sans discontinuité, tandis qu'elle ne se fait voir que partiellement au nord.

Cette craie s'élève quelquefois jusqu'à moitié de la hauteur de la falaise méridionale : elle couronne aussi une série de mamelons en avant de la déclivité rapide du plateau.

Ces divers terrains que je viens d'énumérer, depuis l'étage kimméridgien jusqu'à la craie, constituent une contrée naturelle, contenue entre deux plateaux : elle est connue de temps immémorial sous le nom de pays de Bray. Cette contrée n'est comprise que pour la moitié dans le département de l'Oise ; elle se prolonge jusqu'au-dessous de Neufchâtel dans la Seine-Inférieure. Les terrains qui la composent dans l'Oise conservent leur position respective au delà des limites de ce département.

La craie blanche est au fond de toutes les vallées, autres que le pays de Bray ; souvent recouverte par les terrains plus modernes,

elle reste la base fondamentale du sol au nord comme au midi : elle apparaît dans la partie orientale du département, sous la masse de la glauconie inférieure ou sur le flanc des vallons ou dans les forages.

M. Graves la divise en craie blanche proprement dite, en craie magnésienne, en craie grenue, en craie noduleuse, et en craie compacte ou marneuse.

Le calcaire de Laversines, rapporté à la craie, n'occupe qu'un point sur le territoire de cette commune.

Le terrain tritonien comprend : la glauconie inférieure, sables, grès, poudingues et les lignites. Ce terrain occupe presque complétement le nord-est du département, le Noyonnais, depuis l'Oise, au-dessous de la forêt de Compiègne jusqu'aux limites des départements de la Somme et de l'Aisne. C'est dans cette partie de l'Oise que l'on exploite les cendrières si utiles à l'agriculture.

La glauconie moyenne et supérieure : sables, concrétions calcaires sont la base du calcaire grossier, couvert sur une assez grande étendue par les marnes qui en dépendent ; les masses du calcaire grossier au-dessus de la glauconie inférieure forment les plateaux et les pentes supérieures des vallées situées au nord de l'Aisne et à l'ouest de Noyon ; la montagne dite de Soissons entre l'Aisne et la Somme, le Valois au sud et le Vexin français entre la Seine et l'Oise, sont constitués par le même terrain.

Les sables et grès moyens, sur le calcaire grossier, s'élèvent à la base des mamelons qui couronnent le Vexin français.

Ils s'étendent à l'entour sur une épaisseur assez considérable.

A l'est, ces sables forment le sol des forêts d'Ermenonville, de Chantilly, de Hallate et de Villers-Coterets en totalité ou en partie.

Ils paraissent au-dessous du calcaire lacustre moyen, dans la région naturelle du Mulcien, c'est-à-dire dans la partie du département de l'Oise, à la droite de la rivière d'Ourcq.

Le calcaire lacustre moyen, depuis les limites du Valois jusque dans les départements de Seine-et-Marne et de Seine-et-Oise, constitue le sous-sol des plaines très fertiles où s'étend un alluvium, à la surface.

Le gypse accompagné de ces marnes argileuses et les marnes paléothériennes se rencontrent seulement sur les collines dont la base est formée par le calcaire lacustre moyen. Le gypse, dans cette position, ne se montre que dans les contrées du Vexin français et du Mulcien.

L'étage des sables et grès supérieurs offre peu d'importance

dans l'Oise. Il forme entre le gypse et le calcaire lacustre supérieur une bande assez étroite qui règne à une certaine hauteur des collines.

Le calcaire lacustre supérieur se compose de calcaire marneux et de silex meulières : ces deux couches sont établies au sommet de ces collines isolées dont nous venons de parler. Ils n'ont été observés que sur les mamelons de Brassoire, Châvres, Mont-Mélian, Mont-Pagnotte, Neuville-Bosc, Serans et Mont-Javoult.

La période diluvienne occupe, au-dessus de presque tous les terrains que nous venons d'énumérer, de vastes étendues, et M. Graves en distingue deux éléments : le diluvium des vallées, et celui des plaines, limon diluvien.

Mais il a rapporté à la suite de la description de la craie blanche le terrain superficiel propre au calcaire crayeux et qui consiste principalement dans les silex détachés de la craie même, épars à la surface des plateaux. L'argile et les silex sont les deux éléments de cette couche souvent très épaisse et qui dépend, sans doute, de la craie.

Ce terrain est généralement connu sous le nom de *diluvium;* c'est un terrain ancien et composé, ainsi qu'on l'a fait remarquer déjà, de silex très considérables, non roulés, à cassures vives, contenus dans une argile et mêlés de sable.

Nous avons distingué sur la carte ce terrain, généralement posé sur la craie, qui constitue à lui seul presque entièrement la contrée naturelle appelée le Thelle, et se montre aussi en étendues considérables au nord-ouest du département.

L'alluvium ancien, limon jaune de la Picardie, dont la masse forme le pays de Santerre, s'étend aussi par parties dans le nord-ouest du département.

On observe, soit dans des dépressions, soit même à la superficie du diluvium de la craie, des dépôts d'argile plastique, de grès et de poudingues. M. Graves ne les a pas distingués de la glauconie inférieure. J'ai dû en distraire plusieurs comme appartenant à une époque plus récente, ainsi que je l'avais fait sur la carte géologique de l'Eure, et d'accord avec MM. Élie de Beaumont et de Sénarmont.

J'ai laissé à la forêt de Compiègne la teinte spéciale à la glauconie inférieure, parce que ce terrain y domine. A sa superficie il existe cependant un diluvium qui paraît le même que celui de la vallée de la Seine (bois de Boulogne).

L'alluvium ancien qui recouvre les plaines de calcaire lacustre du Mulcien et un autre celui du calcaire grossier du Vexin français

paraissent appartenir à deux âges différents et semblent distincts du limon jaune de la Picardie. Je ne les ai pas indiqués sur la carte parce qu'ils sont limités chacun au terrain qu'ils recouvrent et en contiennent les éléments détachés et brisés.

Les alluvions modernes occupent le fond des vallées; j'en ai séparé les dépôts de tourbe en raison de leur importance industrielle.

Telle est l'économie de cette carte. Elle se trouve en concordance avec la carte géologique de l'Aisne donnée par M. d'Archiac, et celles de Seine-et-Marne et de Seine-et-Oise publiées par M. de Sénarmont.

M. Élie de Beaumont a bien voulu me communiquer les documents relatifs à cette partie de sa Carte géologique détaillée de la France.

J'ai aussi à reconnaître l'empressement de MM. de Verneuil, Michelot, Hébert et Michelin à mettre à ma disposition les observations qu'ils avaient faites dans les diverses parties du département.

La carte géologique de l'Oise que j'ai l'honneur de présenter à la Société est donc fondée sur les travaux que M. Graves avait entrepris pour sa *Statistique des Cantons*, dont la partie géologique est résumée dans sa *Topographie géognostique*. Les cartes cantonales coloriées de sa main et ses notes manuscrites ont servi de base à une œuvre qui a consisté principalement à mettre en ordre les documents qu'il avait amassés.

Cette carte ainsi établie est un hommage que mon amitié devait à sa mémoire.

J'ai trouvé pour la publication de cette carte l'appui éclairé de M. Randouin, naguère préfet de l'Oise, celui du Conseil général du département et l'approbation de la Société académique de Beauvais, enfin l'aide de M. Le Père, ingénieur en chef, pour tout ce qui tient à ses fonctions.

M. Passy lit ensuite une notice nécrologique sur M. Graves.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Ébray :

Note sur la production de cristaux dans les roches à l'état subsolide; par M. Ébray.

La chimie a à sa disposition des expériences qui jettent quelques lumières sur les phénomènes souvent obscurs et controversés qui se remarquent dans l'étude des roches à éléments cristallisés; mais

ces expériences sont relativement peu nombreuses, car nous arrivons tous les jours à conclure que la nature dispose dans son laboratoire de forces qui nous échappent.

Si donc, d'un côté, nous ne saurions apporter trop de persévérance à recueillir les faits que la chimie nous offre et qui sont capables de nous éclairer, de l'autre côté, nous ne saurions être trop prudents dans leur application.

C'est sous cette réserve que j'ai l'honneur d'appeler l'attention de la Société géologique sur des expériences qui peuvent jusqu'à un certain point expliquer la structure cristalline qui se développe dans les roches à l'état subsolide, circonstance qui paraît, au premier abord, paradoxale.

La plupart des roches peuvent se trouver, même aujourd'hui, dans l'intérieur de la terre à l'état mou ou subsolide (1).

Or, supposons que les éléments de certains cristaux soient suspendus et même dissous dans la partie subsolide d'une roche quelconque, et examinons les phénomènes qui se produisent dans une liqueur saturée soumise à l'influence des vibrations.

Nous savons que l'on peut jusqu'à un certain point abaisser la température d'une liqueur saturée sans séparer l'excès du sel dissous à la faveur de la température plus élevée, pourvu que cette liqueur soit maintenue dans un repos absolu ; mais si l'on vient à l'agiter ou si simplement on projette dans la liqueur un corps étranger, l'excès se séparera et cristallisera aussitôt. L'expérience est surtout facile avec le sulfate de soude.

Ces expériences s'expliquent d'ailleurs facilement, car chaque molécule capable de se réunir en cristal, en la supposant en mouvement ou prête à prendre ce mouvement, est sollicitée par trois forces :

L'attraction moléculaire destinée à former le cristal d'une part, l'inertie et le frottement de cette molécule dans le milieu ambiant, d'autre part.

Il est clair que les vibrations tendent à annuler ou à amoindrir ces deux dernières forces, et par conséquent facilitent la formation des cristaux (2).

Nous savons aussi que l'écorce de la terre est toujours en mou-

---

(1) Delesse, *Études sur le métamorphisme*, in-8, Paris, 1858.

(2) Le développement de cristaux peut même s'observer dans un corps entièrement solide, comme dans la fonte. M. Julien ayant démontré que ce corps est une dissolution de fonte et de carbone, la formation de cristaux s'explique facilement.

vement par suite des oscillations lentes du sol et par suite des crises violentes dont nous avons les preuves les plus palpables; dans l'un ou l'autre cas, des vibrations se produisent et peuvent faciliter, même dans les roches à l'état subsolide ou solide, les transports moléculaires et la formation des cristaux (1).

Le Secrétaire présente le mémoire suivant de M. Fournet :

Observations au sujet d'une note de M. Ébray sur la production des cristaux dans les roches à l'état solide; par M. J. Fournet.

Le travail de M. Ébray peut être divisé en deux parties : la première concerne l'état subsolide des roches éruptives ; dans la seconde, l'auteur se propose de faire ressortir l'influence des vibrations pour faciliter le développement des cristaux.

Je m'attacherai d'abord à la première partie, en ayant soin d'insister sur divers détails dont ce géologue n'a pas tenu compte, chose regrettable; car un exposé historique de nature à faire ressortir la filiation des idées dont la sienne est issue lui aurait certainement donné une plus grande valeur. Il était d'ailleurs convenable de prémunir le lecteur contre l'exagération de la portée des mots *subsolide* et *solide*, si souvent reproduits dans la notice en question.

Première partie. — A l'égard de l'état subsolide pour lequel on invoque l'autorité de M. Élie de Beaumont, nous renvoyons le lecteur aux travaux de ce savant géologue ; il jugera ainsi quelle est en réalité son opinion.

J'ai étudié moi-même aux environs de Champoléon quelques-unes des relations des roches sédimentaires avec les roches éruptives de cette vallée. Elles forment une des anfractuosités de l'ensemble du Pelvoux dont l'arête culminante s'étend du N.-N.-E. au S.-S.-O.,

(1) On ne doit pas confondre le principe qui fait l'objet de cette note, et que l'on pourrait appeler principe de la *sur-dissolution*, avec le principe de la sur-fusion établi par M. Fournet, principe que je considère aussi comme très fécond dans ses conséquences, et qui forme, avec le principe de la sur-dissolution, un ensemble qui explique beaucoup de phénomènes obscurs.

M. Fournet, il me semble, considère dans son principe de la sur-fusion la température anormale à laquelle un corps peut se consolider, sans avoir égard ni à la matière dissolvante, ni à l'influence de trépidations.

depuis le mont Thabor jusqu'au mont Chailliol-le-Vieux, et dont les surexhaussements sont déterminés par des crêtes parallèles au système du Viso. L'une de celles-ci, s'abaissant vers la vallée, dessine la scabreuse saillie du Touron dont le pied s'efface sous les alluvions du Drac de Champoléon qui, courant du N.-N.-E. au S.-S.-O., se jette à angle droit dans le Drac d'Orcières. Des hauteurs du mont Chailliol descend en outre le torrent du Touron, laissant au N. l'arête de ce nom qu'il sépare d'avec l'Ubac du Touron, espèce de contre-fort composé de roches stratifiées.

L'arête du Touron est formée de deux roches qu'il s'agit avant tout de spécifier. La première, qui forme la masse essentielle de l'arête en question, est la protogine, roche granitoïde très chloriteuse que l'on pourrait au besoin désigner sous le nom de *granite vert*, à cause de sa teinte. En tout cas, elle n'est pas plus un granite que la roche de Predazzo qui a émerveillé les géologues jusqu'au moment où l'on a su différencier son labrador chatoyant d'avec l'orthose. Il reste à savoir encore comment elle se distingue géologiquement de la protogine du mont Blanc ; car les relations de celle-ci avec les roches sédimentaires récentes sont encore quelque peu ambiguës.

La seconde roche plutonique de la localité est la variolite globulifère qui se présente à peu près avec les mêmes caractères généraux que celle d'Aspres-les-Corps, au sujet de laquelle j'ai donné quelques détails en 1857 (*Bull. de la Soc. géol.*). La quantité des globules cristallins calcaires y est également variable.

Le système sédimentaire montre sa partie inférieure au Chatelard, hameau placé à l'extrémité de l'arête du Touron, et ses parties supérieures constituent l'Ubac sur la rive droite du torrent du Touron.

Sa partie inférieure est triasique ; elle se compose de bas en haut de la manière suivante :

1° Quartzite presque grenu ou grès fin, très dur, offrant une apparence fortement granulitique. Son ensemble se compose de plusieurs assises offrant une puissance totale de. . . . . $2^m,50$.

2° Lames de schistes séparant les assises d'un calcaire gris, cristallin ou compacte, brunissant à l'air. C'est une sorte de dolomie brunissante, traversée de veines spathiques, dont les bancs sont quelquefois fort gros. La puissance de cet étage est de. 6 à 8 m.

3° Schistes calcaires ou calcaires schistoïdes, début du terrain jurassique à Bélemnites. Cette partie, peu puissante au Chatelard, se charge çà et là de pyrites efflorescentes.

4° Calcaire gris ou noir, avec veines blanches, et à Bélemnites.

C'est une sorte de marbre que l'on retrouve sur d'autres points de la contrée où l'on ne peut pas supposer l'intervention des actions métomorphisantes, et où il forme les premières couches des grandes assises jurassiques. Au Chatelard, l'ensemble est interrompu dès son début, par suite de l'intrusion de la variolite.

Ces diverses couches sont orientées presque N. — S., inclinant d'environ 35 degrés vers O., de façon à paraître s'enfoncer dans la protogine du Touron. Elles s'élèvent d'ailleurs d'une façon graduée vers le N., jusqu'à une limite qui n'a pas été précisée. Au S., le paquet est brusquement coupé, à partir d'un ravin situé derrière le Chatelard d'où surgit un puissant filon de variolite qui, du pied des escarpements, s'élève verticalement d'abord, et couche ensuite sa puissante masse sur les assises secondaires avec lesquelles on serait tenté de la confondre de loin, à cause de ses grandes fissures presque horizontales qui lui donnent une apparence stratiforme. Séparant d'ailleurs ces assises d'avec les parties supérieures de la protogine, elle jette une certaine ambiguïté sur les relations réciproques ; car les dispositions locales, en retraites successives, de la protogine inférieure aux couches sédimentaires, de celles-ci à la nappe variolitique, et enfin de cette roche éruptive à la protogine supérieure, permettraient au besoin d'imaginer que le trias et le jurassique, étalés dès leur origine sur un gradin protogineux, ont été ensuite simplement recouverts par la variolite.

Les faits sont plus expressifs au S., dans la gorge du Touron, vers laquelle les couches précédentes tendraient à plonger sans l'interruption occasionnée par le gros filon variolitique. Il est même à croire qu'elles y aboutissent, sauf de légers écarts suscités par des failles, puisque l'on rencontre ici des couches jurassiques un peu plus élevées que les précédentes. Elles se développent dès la base du contre-fort qui constitue l'Ubac du Touron dont l'escarpement formé par leurs tranches présente de bas en haut la série suivante :

1° Schiste argileux jurassique, ardoises calcaires. Puissance indéterminable.

2° Système de bancs calcaires irréguliers, séparés par des lits marneux. Puissance, 50 mètres.

3° Étage des grosses assises du grès supérieur, composant une sorte de quartzite hétérogène, impur, contenant des grains quartzeux plus ou moins grossiers, des fragments calcaires, des débris schisteux dans quelques-uns de ses bancs. Ce groupe, présentant quelques indices de discordance par rapport au jurassique sous-jacent, paraît devoir être rangé dans le système nummulitique.

En tout cas, l'amplitude de ses masses, leur position culminante et leurs déchiquetures, contribuent largement à la physionomie pittoresque de la contrée.

Cet ensemble, redressé vers le N. ou vers la haute crête protogineuse du Touron, plonge sous un angle de 15 à 20 degrés vers le Drac d'Orcières; mais étant déjà un peu écarté de la roche éruptive, il ne présente aucun indice de métamorphisme. Cependant quelques blocs roulés de conglomérat doué d'une apparence très cristalline dont la pâte, tachetée de parties brunes et blanchâtres, simule une apparence superficielle porphyroïde, presque variolitique, portent à croire que l'on trouverait quelques parties métamorphisées vers les parties supérieures de la vallée.

Sur la rive gauche du Touron et à une faible hauteur au-dessus de ce torrent, la protogine granitoïde est non-seulement recouverte çà et là par des lambeaux fortement redressés d'une dolomie brunissante, mais encore elle englobe des fragments de ce calcaire complexe. Indépendamment de ceux-ci, les mêmes berges laissent découvrir des lames de schistes gris pareillement plaqués contre le flanc de la montagne. Enfin, un peu plus loin, la superposition de la protogine sur l'ardoise jurassique est de la dernière évidence. Celle-ci est renversée par rapport aux parties régulières et correspondantes de la rive droite, et de plus, elle présente à sa partie inférieure des inflexions vers le S. qui lui donnent une apparence entr'ouverte, comparable aux branches écartées d'un éventail, disposées de façon à tendre jusqu'à un certain point à se raccorder avec les couches schisteuses correspondantes de la vie opposée.

En somme, ce phénomène présente une grande analogie avec celui du renversement des couches houillères par les granites du Creusot, de Saint-Bérain et de Lapleau. Or, depuis plusieurs années, j'ai lieu d'admettre le passage du granite autunois au porphyre quartzifère, et par suite à tout cet ensemble de roches vertes ou brunes, rugueuses ou micacées, qui constituent certaines variétés de minettes et de porphyres bruns ou verts. Et si cette conjecture venait à être définitivement admise au rang des réalités, on comprendrait facilement comment les éruptions successives de ces diverses roches associées au granite autunois, ainsi que ce granite datant de la même période éruptive relativement récente, ont pu tantôt pincer le terrain houiller, tantôt pénétrer dans sa masse sous la forme de filons, comme cela arrive notamment à Rive-de-Gier, d'après les récentes observations de M. Lescure.

De son côté, la protogine du Pelvoux se présente pareillement avec un cortége de roches éruptives qui paraissent être ses satel-

lites, ses variantes, de même que les roches précédentes sont les satellites du granite du Morvan, de même encore que certaines diorites sont les satellites de la syénite des Vosges et du Lyonnais; de même enfin que des granulites, des leptynites et des pegmatites, sont les satellites du granite ancien. En effet, à côté des protogines bien caractérisées par leur état granitoïde, se trouvent d'abord les variolites vertes plus ou moins endomorphiques et dont les gîtes sont très multipliés. On les rencontre non-seulement dans le Champoléon, mais encore à Aspres-les-Corps, à la Gardette, dans le cirque de la Bérarde, à Auris, dans le chaînon des Grandes-Rousses, dans le groupe du Taillefer, vers la cime du Mouchet près de Lamure, en amont de Chantelouve, dans la vallée de la Marsanne, et à Champs, près de Vizille, où elles traversent accidentellement les gypses. Ce n'est même pas tout; car une autre transformation de ces protogines est décelée par les porphyres verts plus ou moins prismatisés qui ont pénétré dans l'oxfordien anthracifère du Lauzet, soit sous la forme de filons-fentes, soit sous celle de filons-couches de 2 à 3 mètres de puissance, aussi bien que le puissant filon de quartz chargé de cuivre pyriteux, formant la haute crête du Chardonnet à laquelle il donne sa forme si âpre, si accidentée, si étrangère au terrain jurassique. C'est d'ailleurs auprès de ce filon quartzeux que se trouve le graphite qui a rendu cette localité si célèbre. Bien plus, sur les bords de la Guisanne, en tirant vers le Lautaret, j'ai encore rencontré les schistes jurassiques imbibés de roches granitoïdes et feldspathiques au point d'affecter une certaine ressemblance avec les masses métamorphiques des environs de Martigny. Par là gisent également les magnifiques protogines formant la masse des montagnes des Gardettes, des Cochettes, etc., et qui mènent insensiblement aux superpositions observées par M. Élie de Beaumont sur les rampes du Villard-d'Arène. Enfin tout cet ensemble de dépôts jurassiques à Bélemnites, de filons, d'amas protogineux, de porphyres verts et de variolites, ne cesse qu'à la Grave où il bute contre les roches primordiales, en montrant ses calcaires brunissants du système triasique.

Durant la même période éruptive ont surgi les serpentines dont il importe également de tenir compte. Ces masses que j'eus l'occasion d'étudier spécialement dans les Alpes, dans l'Apennin et dans l'île d'Elbe en 1837, 1839, 1840 et 1847, ont été l'objet d'une note par laquelle je faisais ressortir mes premières impressions au sujet de l'état d'imparfaite fusion qui dominait chez elles au moment de leur émission (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*). Pendant mes

promenades de l'automne 1839, dirigées vers Gressoney, Alogne, Pestarena, par les Pas d'Ollen et de Turlo, j'avais été amené à déduire cette conclusion de la rareté des cristallisations nettes, conséquence forcée de la faible fusibilité des silicates magnésiens d'un genre aussi simple que le sont ceux-ci. De cette qualité réfractaire, il ne pouvait résulter qu'un produit pâteux, très peu susceptible de se prêter à la libre action moléculaire qu'exige la parfaite séparation des divers éléments du magma serpentineux, et par suite la formation des cristaux réguliers.

Je me basais en outre sur l'absence d'une fissuration plus ou moins régulière du genre de celle que présentent certains granites, porphyres et basaltes. Les prismes, les cuboïdes, les tables, sont souvent remplacés ici par des plaques à faces curvilignes, à surfaces striées, polies, dont l'ensemble forme des lentilles irrégulières, parfois étirées, et représentant en grand les écailles qu'un écrouissement outré, qu'un martelage excessif, font naître dans un morceau de fer ou de métal quelconque. Cette structure de séparation spéciale, double expression d'un état trop pâteux et de l'intensité du laminage qui a accompagné l'injection de la serpentine, et qui est surtout évidente auprès des joints de contact avec les roches sédimentaires encaissantes, est la cause en vertu de laquelle ses rochers ne paraissent être formés que par son amoncellement de morceaux tranchants dont la main seule suffirait pour opérer la démolition. Les alternatives des saisons se chargent de cette opération. Aussi les flancs de ces montagnes sont surchargés de débris, causes principales de cette aridité particulière, de cette triste nudité que l'on a crue propre aux serpentines, mais qui ne se manifeste que sur leurs avalanches ou sur les résultats de leur décomposition chimique. En effet, là où la serpentine est en place et intacte, la végétation est aussi belle que partout ailleurs.

Nonobstant ces conditions démonstratives de son état subsolide, la serpentine n'en fut pas moins assujettie à subir quelques-unes des évolutions propres aux matières en fusion. Quelquefois sa masse s'est séparée en deux parties : l'une dominante, dure et de teinte sombre; l'autre tendre et d'un vert clair. Celle-ci, qui est la serpentine noble, forme des nodules ou remplit des fissures de la masse. Dans d'autres cas, au contraire, des nodules noirs sont disséminés au milieu d'un fond jaune verdâtre où elles simulent les concentrations des diorites globuleuses de la Corse. Arrivent encore çà et là des nœuds de fer oxydulé, de pyrite et d'un silicate blanc feldspathique. Ceux-ci sont informes ici ; mais en Toscane

je les ai vus prendre une tournure décidément cristalline, de manière à donner à la masse l'aspect d'un porphyre vert à cristaux feldspathiques dont la cassure est céroïde. D'un autre côté, le carbonate de chaux forme des veines, des marbrures, et s'il est comme exprimé hors de la pâte, il remplit de petits filons les interstices des écailles. L'asbeste verte, autre produit cristallin, concentre ses rudiments imparfaits au milieu du magma où ils demeurent cachés jusqu'à ce qu'une longue exposition à l'air, déterminant l'exfoliation et la dissolution des parties ambiantes, vienne déceler cette texture intime, en mettant en évidence les fibres décolorées que l'on rencontre si fréquemment à la surface des plaques laminées. Enfin ces mêmes asbestes, suant au travers des pores, se tréfilent dans les fissures de retrait, en forme de fibres allant buter les unes contre les autres, suivant un plan médian, de manière à constituer de petits filons de sécrétion du genre de ceux des gypses et des strontianes sulfatées dont j'ai donné la théorie (*Et. sur les gîtes métall. d'Aubuisson*, 1834).

Encore la haute température initiale de ces masses est trahie par le métamorphisme des roches encaissantes. En m'élevant de Saint-Jean-de-Gressonay au col d'Ollen, je cheminais pour ainsi dire constamment sur un énorme amas serpentineux que surmontaient les grès, les schistes, les calcaires et les gypses jurassiques. Au sommet du col (alt. 2664 mètres), je pus m'assurer que les ardoises y sont devenues lisses, verdies, fendillées, au point de n'avoir plus qu'un feuilletis confus auprès de la roche éruptive. Toutefois, cet état n'étant guère en proportion avec l'amplitude de la roche pyroïde, je fus conduit à n'admettre en elles que la chaleur strictement nécessaire pour provoquer l'imparfaite fusion, et les mouvements moléculaires, intestins de la faible modification des ardoises environnantes.

Il serait facile de multiplier les exemples à l'appui de ces aperçus, en citant les observations faites en Toscane et à l'île d'Elbe. On y trouverait même des cas de métamorphismes sensiblement plus intenses dans le *mischio*, dans le *gabbro rosso*, dans le *galestro;* mais comme en dernière analyse la somme de ces détails ne contribuera pas à donner une plus grande valeur aux déductions théoriques tirées des phénomènes offerts par les roches précédentes, je préfère m'attacher immédiatement à cette nouvelle partie ; elle embrassera diverses considérations sur les effets du calorique, de la cristallisation, de la pression, des actions mécaniques.

L'état subsolide plus ou moins avancé s'explique par la qualité

réfractaire de la combinaison qui constitue la roche serpentineuse. Cependant il convient de ne pas exagérer les idées à cet égard. Quelques-unes de ces masses ont évidemment joui d'un état de liquidité égal à celui des granites, et la différence se conçoit du moment où l'on tient compte de la variabilité chimique de ce composé. De même que les laitiers, il peut devenir plus fusible par l'addition d'une certaine quantité d'oxyde de fer, l'un des fondants essentiels des métallurgistes. Ceux qui savent que M. d'Aubuisson a qualifié la serpentine du titre de *roche sidéritique par excellence* comprendront facilement le rôle que l'oxyde en question a dû exercer dans le cas où il est resté uni à ces magmas.

Cependant on est également porté à admettre l'intervention de la période durant laquelle s'est effectuée l'apparition des serpentines. Plusieurs circonstances tendent à les faire considérer comme ayant surgi à diverses reprises, en accompagnant l'émission d'autres roches essentiellement feldspathiques, telles que la syénite et les protogines. L'admission de cette hypothèse permettrait de concevoir que les serpentines anciennes, datant d'une époque où le globe était encore doué d'une température élevée près de sa surface, ont dû être des roches à la fois plus chaudes et plus fluides que les serpentines modernes. Tant que l'analyse et la géologie n'auront pas démontré le contraire, j'admettrai par exemple que la roche du Bourbouret, près de Pelussia, a joui d'une parfaite liquidité qu'elle devait non-seulement à sa composition ferreuse, mais encore à son ancienneté. Sa dureté, sa cassure compacte, sa couleur foncée, en font une masse évidemment fort différente des serpentines secondaires des Alpes et de la Toscane. J'ajoute même que mon idée ne serait pas notablement modifiée dans le cas où il serait démontré que ses caractères physiques sont le résultat d'un endomorphisme ; car pour pouvoir se modifier à ce point par la voie d'intussusception, la pâte devait nécessairement être très liquide.

Ce qui vient d'être dit d'une façon très hasardée au sujet de l'influence des époques sur la fluidité des serpentines acquiert un caractère plus précis quand il s'agit des roches feldspathiques. Tout démontre que les granites anciens ont dû être très peu pâteux. Ils ont pénétré à l'état de filets très minces dans les fissures des gneiss ; ils ont métamorphisé en gneiss de grandes épaisseurs de micaschistes, de façon qu'en cela je me trouve parfaitement d'accord avec les énoncés de M. Élie de Beaumont relatés dès le début. Par la raison inverse, les protogines, les

trachytes, roches récentes, ont été moins fluides, et leurs métamorphismes de contact sont moins intenses qu'auprès des granites anciens. C'est ce qui est encore ressorti des indications correspondantes de M. Élie de Beaumont pour les protogines du Champoléon, et c'est ce qui est à la connaissance de tout le monde à l'égard des trachytes.

En parlant de l'état de fusion plus ou moins avancé de ces masses, il ne faut pas omettre les considérations au sujet de leur cristallisation et de l'état de surfusion. Diverses circonstances s'accordent entre elles pour démontrer que généralement les roches en question ont dû se trouver dans un état de cristallisation, sinon toujours complet, du moins très avancé avant leur apparition à la surface. Il est évident entre autres qu'en vertu de sa viscosité, la matière des laves amphigéniques ne pouvait pas se prêter à une rapide formation de ses cristaux caractéristiques à la fois si réguliers, si volumineux et si chargés de silice. Ce n'est donc pas au refroidissement superficiel des coulées qu'il faut attribuer la cause de leur développement. Elle doit être cherchée dans le fait d'un long séjour au sein de la terre. Une secousse fit émerger ces masses avec leurs amphigènes déjà parfaitement dessinées, mais encore molles et surfondues au point de pouvoir se prêter aux effets de distension qui ont fixé l'attention des Breislack, de Buch et autres célèbres observateurs. Il en est résulté que non-seulement une partie de ces cristaux a été étirée dans le sens du mouvement de la coulée, mais que de plus un bon nombre d'entre eux fut déchiré, entr'ouvert, au point que des portions de la lave noire ambiante purent pénétrer jusqu'à leurs parties centrales.

Eh bien, des phénomènes en tout pareils s'étaient déjà produits durant l'époque antérieure des granites de l'île d'Elbe. Le porphyre verdâtre du cap de l'Enfola, si parfaitement cristallisé, de même que le granite de San-Ilario, m'ont présenté des cristaux de feldspath d'une parfaite régularité, quelquefois larges comme la main, et au nombre desquels j'en ai trouvé qui étaient pliés, à demi lacérés, de façon que la pâte pût également s'introduire profondément dans le joint de rupture. Bien plus, des filaments étirés de ces feldspaths s'avancent d'un des flancs de la gerçure pour se rattacher à l'autre, ne laissent en aucune façon douter de l'état de viscosité dans lequel devaient encore se trouver ces cristaux aussi bien que leurs roches au moment de l'épanchement. Ainsi donc la surfusion se concilie parfaitement avec la cristallisation (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1850).

En descendant encore plus bas, jusqu'aux syénites anciennes qui suivirent de si près les premiers granites, je trouve déjà des indices du même ordre. En effet, la syénite qui s'abaisse de Blacé à Arbuissonnas laisse découvrir, dans le ruisseau au S.-O. de Salles, son contact avec les roches schisteuses métamorphiques de cette partie du Beaujolais. Cette syénite, généralement très nette, est ici froissée au point de présenter une structure filandreuse analogue à celle qui pourrait résulter des stries d'un verre étiré ou d'une gomme imparfaitement dissoute dans une eau mucilagineuse. Outre cela, les gros cristaux d'orthose sont infléchis et rompus en deux ou trois endroits, sans que cependant il y ait eu solution complète de continuité. Au surplus, une expérience faite en sens inverse, c'est-à-dire en refondant à demi des laves contenant des augites et des feldspaths, permettra d'obtenir des produits dont le caractère pierreux est en grande partie conservé, et renfermant des cristaux très reconnaissables des substances précitées. Je m'en suis assuré en 1829 dans mon ancien laboratoire de Pont-Gibaud, et l'on doit à M. de Drée une série d'expériences analogues.

Revenant actuellement aux phénomènes des laves amphigéniques, du porphyre de l'île d'Elbe, de la syénite de la Vauxonne, je rappellerai qu'ils démontrent qu'à l'état viscoso-cristallin, les roches ont pu se prêter aux étirements et aux laminages du genre de ceux qu'à l'aide desquels les verriers obtiennent des verres plats, composés de couches diversement colorées, en partant d'une boule formée d'enveloppes concentriques, conservant leurs couleurs propres, ainsi que je l'ai expliqué à l'occasion du granite dans mon premier mémoire sur les Alpes (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1841). Certaines parties des protogines de M. Élie de Beaumont, offrant des indices de rubannement et paraissant même passer à des gneiss, rentrent dans le cadre des effets mécaniques de ce genre. Il en est très probablement de même des roches protogineuses qui affectent une sorte de clivage, ou qui présentent des divisions plus faciles, suivant des courbes parallèles aux surfaces extérieures des masses sédimentaires sur lesquelles elles reposent.

Les annexes des granites anciens du Lyonnais ont également été étirés quand leurs parties furent injectées dans les fissures des gneiss ou des micaschistes. Celles-ci sont alors souvent laminées au point de former des leptynites blancs schisteux, dans lesquels les parties cristallines sont complétement oblitérées, ou du moins réduites à d'imparfaits rudiments ; mais si la fente filonienne est inégalement entr'ouverte, si elle présente des parties

alternativement renflées et rétrécies, les résultats se modifient en ce sens que l'état leptynique s'est parfaitement conservé dans les étranglements. Dans les renflements, au contraire, là où les masses plus considérables ont pu conserver plus longtemps leur chaleur, la cristallisation reprenant ses droits, a rétabli les cristaux de feldspath, les globules de quartz et les lamelles du mica. On voit donc sur ces points des espèces de pegmatites plus ou moins nettes, mais très intéressantes en ce sens qu'elles démontrent catégoriquement l'association intime de ces roches pourtant si différentes dans leurs textures.

Ce dernier fait peut être généralisé ; car il permet de concevoir que, indépendamment des effets mécaniques, les refroidissements accélérés ont exercé une influence notable sur l'état des roches granitoïdes. Je n'hésite pas, entre autres, à attribuer beaucoup d'états granulitiques, propres à certaines veines minces, à ces transitions brusques du chaud au froid, et naturellement aussi mon idée s'applique aux porphyres qui tournent si souvent à l'état d'eurites, etc., etc. D'un autre côté, la déperdition séculaire de la chaleur, favorisant la cristallisation souterraine, devait en même temps coopérer à l'élimination des matières en excès ou inutiles à l'état normal des roches. De là probablement les surcharges en amphibole qui dénaturent certaines parties des syénites en les faisant passer aux diorites, les exubérances micacées qui font certaines minettes aux dépens des porphyres, les déplacements des silicates magnésiens dont résultent les serpentines de diverses époques, les accumulations des matières filoniennes telles que les quartz, les carbonates ferreux ou autres, les fluorures de calcium, le spath pesant, les sulfures métalliques divers, etc., etc., qui, sortant autour des amas formés par les roches feldspathiques, constituent leurs auréoles métallifères.

J'imagine en outre que, pour parvenir au jour, ces masses normales ou anormales ont dû traverser des espaces encore suffisamment chauds, pour qu'elles aient pu dissoudre facilement des quantités de leurs parties capables de les endomorphiser plus ou moins profondément. De là probablement les porphyres noirs, bruns ou verts, et tant d'autres roches dont les caractères bizarres font le désespoir des classificateurs. L'influence exercée par ces roches traversées sur les roches traversantes est d'ailleurs rendue évidente par le fait de la transfiguration de certaines autres minettes qui ont pris l'aspect rude et pierreux au milieu des calcaires; elles sont alors devenues en quelque sorte les analogues des spilites des protogines ; et si enfin la roche traversée était trop

cohérente pour être dissoute par le magma injecté, ses débris y sont demeurés empâtés à l'état de ces brèches dont j'ai parlé à l'occasion du spilite d'Aspres-les-Corps (*Bull. géol.*, 1857), brèches que l'on remarque encore bien mieux dans les filons métallifères, parce qu'elles embarrassent le mineur, soit en constituant pour lui de grands coins stériles qu'il doit abattre à grand'peine, soit qu'elles jouent en quelque sorte le rôle de gangues non moins embarrassantes quand il s'agit d'arriver à la purification des minerais par les lavages.

Plusieurs géologues et notamment M. Delesse ont jugé à propos d'invoquer le concours de l'eau pour faciliter la fusion de certaines roches qu'ils font surgir à l'état de boues chaudes. Je n'ai jamais refusé d'admettre l'influence de ce principe quand elle m'a paru nécessaire pour expliquer certains phénomènes. J'y ai même ajouté l'acide carbonique, ainsi que divers corps hydrocarburés, à l'occasion des spilites agatifères d'Oberstein et des quartz guttifères de la Toscane (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1841 et 1851). Il ne me répugne pas davantage de supposer que le fluor ait pu intervenir pour sa part dans la facile fusion du granite, et par suite à sa cristallisation.

On doit cependant remarquer aussi que les serpentines sont généralement aquifères, et même chargées d'huiles ou de bitumes. Si donc ces substances étaient des fondants aussi énergiques qu'on le déclare, pourquoi ces mêmes serpentines, où la proportion de l'eau s'élève à 13 pour 100, ne montrent-elles pas des caractères de fluidité plus prononcés que ceux qu'on leur reconnaît habituellement dans la nature ?

D'un autre côté, les analyses de M. Delesse ayant fait connaître des roches granitoïdes dépourvues d'eau, on ne voit pas clairement pourquoi cette eau aurait disparu de ces roches feldspathiques malgré la pression, tandis qu'elle a pu rester dans les serpentines, grâce à cette même pression. Sans doute on répondra, en faisant intervenir à l'égard des serpentines le rôle des affinités et des propriétés de la matière. Cependant il n'en restera pas moins établi que le granite a pu se développer tel qu'il est sans l'intermédiaire de cette eau, et c'est déjà un fait essentiel acquis à la science, en ce sens qu'il démontre l'inutilité de la fusion aquoso-ignée dans une foule de cas.

En résumé, la serpentine, matière réfractaire par sa constitution chimique, présente les caractères les plus complets de l'état subsolide. Elle est souvent laminée, froissée, réduite en écailles lisses, striées à la surface, mal cristallisées à l'intérieur, et pourtant des

mouvements moléculaires assez variés se sont effectués dans sa masse. En sus, elle a quelque peu métamorphisé ses parois. C'en est donc assez pour qu'il me soit permis de reproduire à son sujet ce que M. Élie de Beaumont dit de la cause des phénomènes de ses protogines : « Tout indique qu'elle est la chaleur, et que la » serpentine a eu, en surgissant, au moins la température nécessaire » pour faire perdre aux roches adjacentes leur état primitif. »

Pour démontrer d'ailleurs combien tout s'enchaîne dans la théorie plutonique, il me paraît encore utile de rappeler que les rubanements des filons métallifères, dont les partisans des incrustations aqueuses veulent faire autant de dépôts successifs, s'expliquent de la manière la plus facile par les simples étirements des masses visqueuses, suivis de leurs recristallisations toutes les fois que les conditions étaient favorables. En cela, les faits se passent absolument de la même manière qu'à l'égard des granites et des protogines déjà mentionnés. Bien plus, ces masses filoniennes ayant été amenées à l'état quasi-solide par suite des progrès de leur refroidissement, elles ont pu conserver les indices des tassements mécaniques de leurs parois. Ainsi l'on y voit fréquemment des surfaces rayées, et il arrive que celles du toit le sont dans un sens différent de celles du mur, circonstance dont on trouvera des exemples dans mon travail sur les gîtes métallifères de l'Aveyron (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1844). D'un autre côté, les froissements occasionnés par cette cause, ou bien encore ceux qui ont pu survenir au moment même de l'injection de la matière subsolide des filons, expliquent les exfoliations intérieures avec leurs rayures plus ou moins profondes, leurs surfaces polies à l'instar de celles des écailles serpentineuses, c'est-à-dire les *miroirs* des filons barytiques ou siliceux, et les *cuirasses* des filons galénifères ou pyriteux. Il n'a, en effet, fallu rien moins qu'une réduction à l'état presque solide pour que la matière ait pu conserver les traces de ces laminages, se laisser comprimer au point d'offrir parfois dans son intérieur un pétrissage de cristaux écrasés, et permettre cependant la transsudation d'une quantité de substance molle, capable de former l'espèce de vernis que l'on remarque sur la plupart de ces accidents.

Je ne clorai cette série de détails qu'après avoir ajouté que les phénomènes précédents se reproduisent même sur certains micaschistes, témoins ceux que l'on rencontre dans les parties supérieures du vallon de Roche-Cardon. Ils se laissent détacher écailles par écailles, striées et miroitantes, absolument comme les serpentines. La conclusion à tirer de cette complication est sans doute

que ces micaschistes se trouvaient mous pendant une certaine période de leur développement, et qu'alors ils furent soumis à des frictions violentes. Celles-ci ont d'ailleurs pu survenir au moment de l'intrusion des filons granitiques qui abondent dans cette localité, et qui de plus ont singulièrement modifié la texture de certaines autres parties de la roche encaissante, soit en la feldspathisant par imbibition, soit en amoindrissant les dimensions des paillettes de son mica, de façon qu'il en est résulté une masse à la fois dure et tenace, au point que son emploi en pavés ne serait pas complétement à dédaigner. On trouvera quelques détails à ce sujet dans ma notice sur les matériaux destinés au pavage de Lyon (*Ann. des conduct. des ponts et chaussées*, 1858).

Deuxième partie. — Ayant réduit à leur juste valeur certaines exagérations, en expliquant néanmoins l'importance du rôle de l'état subsolide des roches et des filons, importance que j'ai depuis longtemps appréciée et convenablement généralisée, il me paraît inutile d'examiner avec M. Delesse si la plupart des roches peuvent se trouver, même aujourd'hui, affectées de cette manière d'être dans les entrailles de la terre (1).

Je passerai immédiatement à la deuxième partie des propositions de M. Ébray; mais malheureusement je me trouve tout d'abord arrêté par quelques inexactitudes que ses énoncés laissent dans mon esprit. De quel état de la silice s'agit-il? En présence des théories plutoniennes, neptuniennes et mixtes, qui en ce moment se disputent la prééminence, cette question n'est nullement excentrique. On connaît en effet des silices dissoutes dans les liquides parfaits, des silices liquéfiées par la chaleur, des silices gélatineuses, ou si l'on veut, amenées à l'état de *surfusion gélatineuse*, conformément aux expressions de M. Élie de Beaumont; enfin des silices à l'état de surfusion ignée.

Quand la silice est parfaitement liquéfiée, dissoute dans l'eau par l'intermédiaire d'un agent, elle participe des propriétés de toutes les dissolutions. Par exemple, dans le cas d'une dissolution alcaline, l'intervention lente de l'acide carbonique atmosphérique suffira pour déterminer sa cristallisation. En s'emparant peu à peu de la base, en la déplaçant, la silice mise en liberté peut se réunir contre les parois des vases et y former des cristaux de quartz d'une parfaite limpidité. L'expérience à cet égard est déjà passablement ancienne. S'agit-il encore d'une dissolution sur-

---

(1) Delesse, *Recherches sur l'origine des roches* (*Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 728).

saturée par un moyen quelconque, la silice en excès pourra probablement se prendre en masse et cristalliser sous l'influence des vibrations, de même que cela arrive pour l'eau, pour une foule de sels, parmi lesquels je puis citer, d'après de fréquentes expériences, les acétates de plomb que j'obtenais dans les essais de mes minerais carbonatés et phosphatés du Katzenthal.

D'un autre côté, la silice gélatineuse est certainement capable de cristalliser, ainsi que le démontrent les orbicules de Pont-du-Château en Auvergne, lesquels sont souvent accompagnés de cristaux d'un aspect encore cireux, quelquefois même parfaitement translucides. Les intéressantes recherches de M. Descloizeaux ont d'ailleurs établi que les silex mêmes sont capables de polariser la lumière. Toutefois cet état cristallin est-il nécessairement déterminé par les vibrations? N'est-il pas la conséquence pure et simple de la tendance générale des corps à s'agglomérer en cristaux du moment où leurs molécules jouissent du degré de liberté convenable? Si l'observation a fait voir que le fer des essieux peut cristalliser par suite des mouvements qu'il éprouve, il faut avouer aussi que ceux-ci sont très énergiques, et l'on n'en connaît guère de pareils qui puissent être appliqués aux conditions des silex, des calcédoines et des autres minéraux du même ordre. D'ailleurs, M. Wöhler a suffisamment démontré qu'une plaque de fer encastrée dans la maçonnerie d'un haut fourneau, où elle subit l'influence prolongée de la chaleur rouge, finit par cristalliser en cubes non moins facilement clivables que la galène. Tous ceux qui ont fait forger du fer savent aussi qu'un forgeron qui chauffe trop longtemps son métal le rend cassant par suite de la cristallisation qu'il subit. Enfin le sucre d'orge cristallise spontanément et devient fibreux au bout de quelques semaines. Mais où sont ici les vibrations? L'état de demi-mollesse ou subsolide n'est-il pas suffisant pour expliquer ces phénomènes?

Le problème ne se modifie pas sensiblement quand on passe de la silice gélatineuse à la silice fondue ou même surfondue, et les indications relatives au cas précédent peuvent encore trouver leur application. Prenons cependant le verre ordinaire qui, par ses propriétés, se rapproche si bien de la silice en fusion, et nous le verrons habituellement subir des manipulations variées, des secousses au moins aussi rudes que celles qui résulteraient de tremblements de terre, sans qu'il se montre disposé à affecter l'état cristallin. Le verrier l'extrait du creuset au bout de son tube, le souffle en forme de bulle qu'il allonge à l'aide de rapides rotations, la tournant, la réchauffant, et la laissant refroidir jusqu'à ce qu'il

ait atteint la forme cylindrique voulue, puis il fend ce cylindre en long, en travers ; il le déroule, le recuit, le passe à la taille, au poli, et pourtant le verre reste verre, à moins que l'ouvrier n'ait en main un de ces verres de mauvaise nature qui cristallisent à la lampe au grand désappointement du chimiste. Que serait-ce donc de la silice libre bien autrement glutineuse que sa combinaison, puisque celle-ci contient des fondants dont l'une des propriétés essentielles est d'amoindrir la fluidité visqueuse, en la faisant tourner à la fluidité aqueuse? Si au contraire, sans se donner tant de fatigue, le verrier laisse sa matière en repos, en la maintenant simplement à une température suffisante, il l'amène au même état que le fer du forgeron malhabile, c'est-à-dire qu'il obtient un verre dévitrifié, cristallisé, opaque, et, en d'autres termes, une *porcelaine de Réaumur.*

Je suppose donc que M. Ébray a eu principalement en vue la silice en excès dissoute dans le magma primitif des roches plutoniques, et ici reviennent forcément de nombreux aperçus qui aboutissent à la séparation du quartz des autres éléments du granite. A cet égard, dès l'année 1838 (*Ann. de chim. et phys.*), ayant à traiter des *circonstances de la cristallisation dans les filons*, j'insistai d'abord sur le fait que divers alliages ne peuvent être considérés comme tels que dans des conditions de refroidissement déterminées. Le plomb et le cuivre, l'argent et le plomb, le zinc et le bismuth, forment des alliages homogènes s'ils sont refroidis brusquement ; mais la diffusion lente de leur calorique permet une sorte de triage en vertu duquel les métaux mélangés s'isolent presque complétement ou s'arrangent de manière à former des alliages différents du mélange primitif. De même le fer, l'argent, le cuivre, le plomb, tendent à se détacher de leurs sulfures respectifs. L'excès de phosphore abandonne l'argent atomiquement saturé, et le carbone infusible seul, mais soluble dans la fonte, s'en sépare sous la forme de paillettes graphiteuses. Par la même raison enfin les *cristallites* se développent au sein des verres quand le triage de leurs éléments a le loisir de s'effectuer.

Ces faits d'expérience m'ont conduit à admettre que la séparation des éléments minéralogiques des granites et des porphyres est un phénomène du même ordre que les précédents, c'est-à-dire qu'il est lié à la marche du refroidissement. Prenant pour exemple les pétrosilex analysés par M. Berthier, j'y vois un excès de silice qui se serait sans doute séparé du magma silicaté, si le refroidissement n'eût pas été trop accéléré. Celui-ci doit d'ailleurs être complet pour suspendre définitivement ces mouvements molécu-

laires, et j'en trouve la preuve dans la plaque de fer de M. Wöhler, ainsi que dans les *porcelaines de Réaumur* qui se développent à des températures insuffisantes pour liquéfier les verres.

Toutefois d'autres faits essentiels se rattachent à la même théorie, et je ne pouvais pas les passer sous silence du moment où se faisait sentir la nécessité d'embrasser dans un cadre général les roches et les filons métallifères. Parmi les silicates, il trouve d'abord certains cristaux des filons d'Arendal qui, d'après M. Forchhammer, présentent un mélange de grenat et d'amphibole contenu dans une pellicule de forme pyroxénique. L'analyse des parties respectives conduisit d'ailleurs ce chimiste à la curieuse décomposition qu'indique la formule suivante :

$$\underset{\text{Pyroxène.}}{BB'^{4}S^{10}} = \underset{\text{Grenat.}}{B'S} + \underset{\text{Amphibole.}}{BB'^{3}S^{9}}$$

En 1843, mes recherches s'étant étendues (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*), je fis ressortir les intéressantes expériences de M. Mitscherlich au sujet de la production des oxydes de plomb anhydre et hydraté par la voie humide. Se trouvant liée aux conditions de la précipitation suivant qu'elles déterminent l'état cristallin ou amorphe, il était permis de conclure que la deshydratation est la conséquence de la cristallisation. D'ailleurs divers autres corps peuvent se décomposer d'une façon analogue. Le sulfate de chaux est tantôt anhydre, tantôt hydraté, dans les terrains sédimentaires ; l'oxyde de fer peut se montrer dans les mêmes positions à l'état rouge anhydre ou jaune hydraté. En remontant à un ordre plus complexe, on voit le sulfate double de chrome et de potasse dissous dans l'eau se décomposer à la température de 80 degrés et donner naissance aux deux sulfates simples ; de même enfin le sulfate double de potasse et de sesqui-oxyde de manganèse fournit des cristaux de sulfate de potasse simple.

Eh bien, observant que tous ces phénomènes occasionnés indifféremment par la voie sèche, ou par la voie humide, ne se manifestent qu'entre des corps doués d'affinités réciproques faibles, je pris à part la silice, agent moins énergique que l'eau, à haute comme à basse température, ainsi que le prouvent la formation des kaolins, l'attaque du verre dans les expériences chimiques de Scheele, dans celles de M. Cagniard de la Tour, etc., etc., et j'énonçai l'idée que certains silicates constitués en proportions atomiques ou indéterminées doivent se désorganiser encore plus facilement que les hydratés par suite de la cristallisation. Il serait

difficile du moins d'expliquer d'une autre manière comment dans le filon de Traverselle en Piémont l'oxydule de fer et le quartz, qui devaient originairement constituer un composé analogue aux scories d'affinage de fer, ont pu se séparer en cristaux distincts quoique parfaitement associés dans les mêmes géodes. Notons d'ailleurs que cet amas est d'origine plutonique ainsi que le démontrent ses amphiboles, ses feldspaths et ses grenats.

Le même principe rend raison de l'association de la chlorite et de l'oxyde magnétique cristallisé, de la chlorite et du quartz, du quartz et du grenat, du grenat lié au feldspath et au quartz dans les granulites, de l'amphibole et de l'épidote inclus dans certaines géodes, des prétendus silicates noirs de Saint-Marcel en Piémont, lesquels ne sont en définitive que des mélanges confus de silice et de manganèse, formant des veinules dans le quartz et enchevêtrés avec des silicates manganésiens déterminés, tels que les micas roses, les épidotes cramoisies, les grenats jaunes, tous composés manganésiens. Enfin la même tendance à la cristallisation, présidant à l'organisation des granites, explique l'isolement du mica, du feldspath et du quartz dans les granites.

Toutefois la silice étant susceptible de surfusion à cause de son extrême viscosité, j'ai encore introduit ce principe dans la science, en l'appuyant également d'un grand nombre d'exemples puisés dans les roches et dans les filons contenant des métaux natifs, des sulfures, des oxydes, des carbonates, des silicates simples ou complexes, dont on trouvera l'énumération dans les *Annales de la Société d'agriculture de Lyon* (1844). Il suffit pour le moment de savoir qu'après avoir travaillé avec tant de patience à l'arrangement d'une théorie acceptable du granite, M. Durocher reprit dans les *Annales de chimie et de physique* (1838) mes aperçus au sujet de la séparation du quartz des pétrosilex, et dans les *Comptes rendus* (1844), ceux qui concernent la surfusion de la silice, afin d'en donner le détail devant l'Académie des sciences (*Comptes rendus*, 1845). En même temps un triste oubli le portait à avancer « que j'ai assimilé les phénomènes de la cristallisation des » granites à ce qui aurait lieu si l'on prenait actuellement une » masse composée de feldspath, de mica et de quartz, et qu'après » avoir élevé la température assez pour amener à l'état de fusion » les divers éléments, on l'abandonnât à un refroidissement spon- » tané. Il très probable qu'alors, ajoute-t-il, en admettant que » l'on pût empêcher la silice de réagir sur les autres éléments, les » parties quartzeuses se consolideraient avant les parties feldspa- » thiques, bien qu'elles pussent s'abaisser, avant de se congeler,

» jusqu'à une température un peu plus basse que celle qui corres-
» pond à la liquéfaction de la silice. Mais la cristallisation des
» roches granitiques ne paraît pas s'être opérée de cette ma-
» nière, etc., etc. ».

Cette supposition était en pleine contradiction avec ce que l'on devait savoir au sujet de mon ancien métier de fondeur, qui se réduisait en bonne partie à la connaissance des moyens d'effectuer la dissolution des gangues quartzeuses de mes minerais dans les silicates des lits de fusion ; elle ne s'accordait pas davantage avec mes énoncés au sujet des pétrosilex et comme on a pu le voir par les détails précédents. Je devais donc espérer qu'elle ne serait pas acceptée ; il n'en fut pas ainsi.

M. d'Archiac reproduisit en 1847 les déclarations de M. Durocher à mon égard (*Hist. de la géol.*). Dans la même année, M. Studer plaignit le sort de mes fausses théories qui ne se soutiennent qu'à l'aide d'un renfort d'hypothèses. De son côté, en 1846, M. Cotta (*Élém. de géol.*) avait mentionné d'abord comme digne d'attention l'hypothèse de la surfusion du quartz, bien qu'elle ne fût pas démontrée, attendu qu'elle jette du jour sur la possibilité de l'existence de minéraux réfractaires au milieu de minéraux fusibles, le temps pouvant annihiler l'énergique action des hautes températures. Modifiant ensuite cette première déclaration, il affirme que M. Durocher, se basant sur les pétrosilex, a donné au sujet de la surfusion une explication meilleure que la mienne. Dans aucun cas, elle n'est suffisante, suivant lui, pour expliquer comment il se fait que dans beaucoup de filons, comme par exemple dans ceux de Freiberg, l'acide silicique n'est pas constamment combiné avec une partie de la chaux des carbonates, quand tous deux ont été simultanément à l'état de fluidité ignée (Note additionnelle à la traduction de mon *Mémoire sur la simplification de l'étude des filons*, 1846). Évidemment M. Cotta oubliait ici l'influence de la pression, et de plus il ne tenait aucun compte de mes indications relatives aux mêmes pétrosilex (*Ann. de chim. et phys.*, 1838). A son tour, M. Scheerer (*Bull. géol.*, 2e sér., 1847) vint attaquer l'idée de la surfusion du quartz, en décidant qu'elle exige pour le granite un refroidissement de 1300 à 1800 degrés au-dessous de son point de fusion sans se solidifier, ce qui fait une hypothèse d'une hardiesse vraiment singulière. Rappelant en outre l'explication de M. Durocher, il admit qu'elle corrige ma théorie sans la justifier. Enfin il établit qu'une autre condition à laquelle est assujettie ma théorie est celle d'une tranquillité absolue des masses granitiques pendant leur refroidisse-

ment infiniment lent. Un tel repos est inadmissible dans un sens général.

En s'avançant ainsi, M. Scheerer, pas plus que M. Cotta, n'avait pris la peine de consulter mes textes, et d'ailleurs il lui fallait arriver par l'intermédiaire de ses minéraux pyronomiques, au moins aussi discutables que la surfusion, à faire intervenir le rôle de l'eau, formant une bouillie épaisse et humide, soumise à une pression qui en empêche le dégagement, quoique le tout soit chauffé à une haute température. Dans ce cas, la masse fondra à une température inférieure à celle où fondrait un mélange identique, mais anhydre. La puissance de la cristallisation fait le reste.

Il est inutile de suivre plus longuement le détail des discussions qui survinrent entre M. Durocher et son savant adversaire ; elles occupent une foule de pages du *Bulletin* des années 1847, 1849, 1850 et 1851. Par contre, il importe de rappeler les explications de M. Élie de Beaumont (*Bull. géol.*, 1847) qui auraient dû avertir M. Scheerer de ne pas considérer mes opinions comme étant aussi paradoxales qu'il veut bien le déclarer (*Bull. géol.*, 1849). En effet, notre géologue, mieux au courant des phénomènes moléculaires que le chimiste, rappelant d'abord mes détails au sujet de la surfusion des divers corps, ajoute : « Non-seulement on ne peut le nier, mais on peut assurer » que la silice jouit de cette propriété dans une très large mesure. » La silice est en effet, parmi tous les corps connus, un de ceux » où les changements de cohésion qui accompagnent le passage » de l'état solide à l'état liquide, et surtout de l'état liquide à » l'état solide, embrassent le plus grand intervalle thermomé- » trique. Elle ne fond qu'au chalumeau de gaz oxygène et hydro- » gène, à une température évaluée à 2800 degrés ; mais lorsqu'elle » a été fondue, on peut l'étirer en fils, comme l'a fait M. Gaudin, » à une température beaucoup plus basse. Quoiqu'elle ne fonde » qu'à une température double de celle de la fusion du fer, on » peut l'étirer en fils à une température inférieure à la chaleur » rouge, c'est-à-dire à une température qui surpasse moins la » température ordinaire, à laquelle le fer ne s'étire plus en » fils qu'assez difficilement, que la température de sa fusion ne » surpasse celle de la fusion du fer..... »

Je m'étais contenté de considérer d'un œil philosophique tant d'écarts et de débats, connaissant bien le sort des inventeurs; cependant le moment de revendiquer mes droits devait venir. Ma réclamation bien légitime, adressée à l'Institut en 1856 (p. 1099),

fit naître un nouveau débordement qui, durant jusqu'à la fin de l'année, amena M. Durocher à soutenir que la seule viscosité du quartz suffit pour tout expliquer, et que l'idée de sa surfusion est purement chimérique. En cela il oubliait que dès l'instant où j'avançai le principe, j'avais reçu non-seulement l'appui de M. Élie de Beaumont, mais encore celui d'un chimiste dont personne ne s'avisera de contester l'autorité. M. Laurent, en effet, après avoir fait connaître une nouvelle liste de corps capables de surfusion, et même de communiquer leur état de surfusion à des matières qui seules ne la possèdent pas, terminait en déclarant qu'il a dû survenir quelque chose de semblable dans les diverses associations que le quartz forme avec un grand nombre de silicates (*Comptes rendus*, 1844).

Cependant je ne regarde pas encore maintenant ma tâche comme étant accomplie. En remontant à l'année 1841 (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*), on trouvera une autre suite de détails au sujet de la cristallisation des silicates vitreux. Cette notice, passée sous silence en France, avait eu un sort plus heureux en Allemagne où l'on s'attacha à vérifier l'exactitude de mes indications. Je rappelais d'abord que les verres encore fluides peuvent laisser développer dans leur sein diverses sortes de *cristallites*, affectant les formes de prismes hexaèdres ou quadrangulaires, d'aiguilles entre-croisées, de sphéroïdes. On sait d'ailleurs que c'est en se servant de ces productions que M. Fleuriau de Bellevue avait établi les premières bases d'une théorie rationnelle des roches cristallines plutoniques, contrairement aux idées werneriennes qui dominaient alors dans la science. Allant plus loin dans mon propre travail, je fis ressortir l'effet d'une chaleur soutenue après la quasi-consolidation des produits vitroïdes. Dans ce cas, les verres, devenant d'abord opaques, prennent l'aspect d'un émail, sans que pour cela ils affectent une texture cristalline prononcée. Ce phénomène, connu des verriers, fut considéré comme étant l'effet d'une précipitation confuse de diverses associations d'éléments, précipitation dont résulte un trouble analogue à celui qui se manifeste quand on mélange deux liquides de densités différentes et non susceptibles de se dissoudre l'un dans l'autre. J'ajoutais d'ailleurs que cette précipitation est analogue à celle qui est produite par le coup de feu faible, incertain, tour à tour oxydant et réductif, connu des pyrognotes sous le nom de *flamber*, lequel possède la propriété de convertir en émaux plus ou moins opaques les dissolutions, transparentes d'ailleurs, de chaux, de glucine, etc., dans le sel de phosphore. C'est seulement ensuite que

survient la dévitrification cristalline qui constitue la *porcelaine de Réaumur;* mais pendant la phase intermédiaire le verre bleuit à l'instar de la plupart des laitiers, et de plus il n'est bleu que par réflexion ; car, par transparence, il montre la nuance jaune complémentaire du bleu. Or, plusieurs minéraux jouissant de cette propriété, il n'est pas irrationnel de supposer que certains granites, ou autres roches plutoniques et métamorphiques, ont possédé ce même état de dichroïsme durant une certaine période de leur refroidissement. Réunissant donc l'ensemble de ces données, j'imagine que dans un magma silicaté, maintenu en fusion par la chaleur souterraine, il a pu se former, soit des cristaux, soit des sphéroïdes cristallins, par suite de la tendance que possèdent certains éléments à s'associer et à s'isoler des autres pour former des combinaisons en proportions définies. Le refroidissement étant parvenu au point d'amener l'état subsolide, l'opacification générale s'est manifestée, puis est survenue la cristallisation définitive de la pâte ; de là les porphyres, les granites orbiculaires, les laves à cristaux amphigéniques ou autres. C'est encore à l'aide de ces transformations successives que je suis tenté d'expliquer la formation des diverses variétés de feldspaths contenus dans un seul et même granite : les uns, plus volumineux et plus nets, se seraient constitués d'abord, puis les autres se seraient groupés à l'entour, de même que le mica et le quartz.

Non content de cet aperçu, j'admets encore que le réchauffement des laves, survenant durant une certaine période de leur consolidation, selon les importantes relations de M. Gaudry (*Comptes rendus*, 1855), doit également s'appliquer à la théorie des autres roches plutoniques. De ces réchauffements produits par le dégagement de chaleur qui se manifeste au moment de la consolidation de certains corps, la cristallisation d'autres corps doit se trouver suspendue ; il est même probable que ceux-ci sont souvent rentrés à l'état de fusion, de façon à avoir pu composer des minéraux différents de ceux qui existaient en premier lieu.

Considérant que dans leurs analyses les géologues chimistes ne se sont pas suffisamment préoccupés des bitumes et autres produits huileux ou volatils dont MM. Knox, Braconnot et Brewster, ont démontré l'existence dans les roches; supposant qu'en vertu de cet oubli ils ont pu souvent les confondre avec l'eau, je n'accepte pas leurs conclusions théoriques dans leur sens absolu [*Roches feldspathiques de l'île d'Elbe* (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1851)]. Quelques-unes de leurs roches aquoso-ignées ne contiennent en effet qu'un centième d'un corps volatil,

supposé être de l'eau, ce qui est loin de suffire, à mon avis, pour motiver des actions aussi larges et aussi complexes que la constitution des roches composées de divers feldspaths, de divers micas et d'amphibole, indépendamment du quartz. Au surplus, ayant rappelé que M. Delesse a démontré l'absence complète de l'eau dans certains granites, et mettant en outre en ligne de compte les actions métamorphiques desquelles résultent tant de silicates anhydres, les idocrases, les épidotes, les pyroxènes, les amphiboles, je conclus qu'il doit exister, entre ces produits ignés si durs et ceux que produiraient les boues chaudes, des différences analogues à celles qui existent entre la dorure si éphémère obtenue par la galvanoplastie et l'ancienne dorure par le feu. Faisant enfin un corps de cet ensemble, je me trouve disposé à accepter l'intervention du moyen plus simple proposé par M. Ébray. Les observations séismométriques tendant en effet à démontrer que la croûte terrestre est pour ainsi dire dans un état de vibration permanente, ce géologue a soulevé une question qui ne manquerait ni d'à-propos ni d'originalité, si d'ailleurs l'influence des oscillations du sol n'avait pas déjà été mise en avant par M. Delanoüe (*Bull. géol.*, 2e série, 1847) à l'occasion d'un dépôt de protoxi-chlorure d'antimoine qui, dans son laboratoire, avait pris la forme oolithique. Il en a même conclu que toutes les oolithes pourraient bien être dues à une cause analogue.

En somme, rien n'empêche de concevoir que des mouvements de ce genre doivent faciliter le dégagement de la silice noyée dans les magmas fondus ou boueux, et favoriser par conséquent sa cristallisation. Cependant M. Ébray daignera comprendre le véritable but de mes observations. Le triomphe de la nouvelle proposition ne sera assuré que du moment où il aura démontré plus rigoureusement les effets que les actions vibratoires sont susceptibles d'exercer sur les masses gélatineuses et visqueuses si fréquentes dans la nature. Jusqu'à présent la sagacité des physiciens ne s'est exercée que sur les masses solides, sur les liquides parfaits, sur les gaz et sur les fluides impondérables (lignes nodales de Chladni; transmission du son au travers des solides par Biot; fer cristallisé des essieux; vibrations des filets liquides de Savart; théories de Bernouilli, Huygens, Young, Fresnel, au sujet des ondulations de l'air et de l'éther, etc.). Nul n'a adopté les autres pour sujet d'expérimentation.

Après tout, la question de la formation des roches cristallines plutoniques sera-t-elle définitivement réglée à la satisfaction générale? Je suis loin de le croire. La grande lutte des neptunistes et

des plutonistes qui s'est dessinée nettement avec les antiques écoles de l'Inde, de la Chaldée, de l'Égypte, de l'Assyrie et de la Grèce, lutte qui s'est transformée depuis dans les écoles huttonienne et wernerienne, soutenue ainsi de siècles en siècles, continuera indéfiniment, grâce à l'inépuisable variété de la nature. Oscillant de faits en faits, la science ne marche qu'en se heurtant tour à tour contre les bords de la droite et de la gauche d'une interminable route qui est celle de l'infini. Elle progresse néanmoins ; les obstacles ne font que contenir ses allures. Puissent d'ailleurs les géologues qui actuellement tendent du côté wernerien revenir bientôt vers ceux qui suivent la lisière huttonienne, de façon que les uns aidant les autres, ils évitent désormais les chocs trop violents dans le reste du parcours qu'ils sont assujettis à faire !

M. Hébert fait la communication suivante sur les falaises jurassiques des côtes de la Manche.

Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la Manche; par M. Hébert.

PREMIÈRE PARTIE.

Introduction.

Je comprends sous ce nom de *terrain jurassique supérieur* toutes les assises supérieures à la grande oolite.

J'ai exposé (1) ailleurs les motifs qui m'ont engagé à établir entre la grande oolite et l'Oxford-clay cette ligne de démarcation. Je ne les répéterai point ici ; mais je ferai remarquer que cette manière de couper le terrain jurassique n'est pas moins commode pour le bassin méditerranéen et le bassin germanique que pour celui de Paris.

Le lias est une base commune sur laquelle se sont accumulées de part et d'autre les différentes couches de l'oolite inférieure et de la grande oolite ; mais ces dépôts se sont arrêtés plus ou moins tôt, selon les divers lieux. Dans le bassin de Paris, il est rare que la grande oolite soit au complet ; dans le bassin méditerranéen, elle manque presque partout ; souvent même l'oolite inférieure est rudimentaire. Le terrain jurassique inférieur, tel que je le comprends, est donc une série continue, qui s'arrête, dans les diffé-

(1) *Les mers anciennes dans le bassin de Paris*, p. 84, 1857.

rentes régions qu'elle occupe, à des termes plus ou moins rapprochés du point de départ.

L'Oxford-clay joue dans les deux bassins le même rôle que le lias (1), bien qu'il n'occupe pas exactement les mêmes emplacements. Dans le bassin de Paris, il supporte toute la série supérieure, tantôt complète comme dans l'est et le sud, tantôt incomplète comme dans l'ouest; mais la lacune ne se présente qu'à la partie supérieure, et là encore elle est variable. Au Havre et dans le Calvados, les calcaires portlandiens manquent complétement; dans le Perche on commence à en voir la base, et ils se développent davantage vers le sud du bassin, dans le Nivernais.

Dans le bassin méditerranéen, l'Oxford-clay est seul dans les Alpes et vers les Cévennes, reposant tantôt sur la partie supérieure de la série inférieure incomplète, tantôt sur des terrains plus anciens, puis en montant vers le nord il est successivement recouvert par les assises coralliennes, kimméridiennes et portlandiennes du bassin germanique.

Il y a donc dans cet ensemble du système jurassique deux groupes qui, toujours nettement distincts à leur contact, se composent chacun d'une série d'assises consécutives. Pour l'un comme pour l'autre de ces deux groupes, il y a souvent à la partie supérieure une lacune plus ou moins considérable qui établit, et entre eux, et entre le plus élevé et le terrain crétacé, une discordance importante.

Je crois que ces motifs, joints à ceux que j'ai développés dans mon travail sur *les mers anciennes*, sont de nature à justifier le titre de ce mémoire.

Bien que les côtes du Calvados soient en France une des plus belles coupes du terrain jurassique supérieur, il n'en existe pas de bonnes monographies. La succession des couches n'a été donnée par MM. de Caumont et Dufrénoy que d'une manière sommaire, et sans les indications paléontologiques que l'état de la science peut aujourd'hui fournir.

D'ailleurs, une coupe détaillée, régulière et exacte, est très difficile sur ces falaises, qui, à chaque pas, présentent des glissements considérables de nature à altérer singulièrement les positions relatives de ces masses, argileuses en haut comme en bas, de telle sorte que, pour ne pas se tromper sur la véritable succession, il

(1) M. le vicomte d'Archiac a remarqué que les faunes de ces deux périodes éloignées présentaient un certain rapprochement (*Hist. des progr. de la géol.*, t. VI, p. 213).

faut une grande attention et des coupes cent fois répétées sur des points différents.

Obligé, aux vacances dernières, de séjourner plusieurs semaines dans ces parages, j'ai cherché à faire cette coupe, et c'est parce que la pratique m'en a montré la difficulté que j'ai pensé qu'en la faisant connaître, elle pourrait servir de point de départ à un travail plus complet sur la répartition des espèces dans les diverses assises de ces falaises, travail dont M. d'Archiac a signalé l'urgence, et qui serait, dit-il avec raison, tout à fait digne d'intérêt (1).

Je suivrai dans cette étude la série ascendante des couches.

1. Oxford-clay.

a. Oxford-clay inférieur.

Je divise l'Oxford-clay en trois assises. L'assise inférieure correspond en partie à l'*étage callovien* de d'Orbigny.

J'ai montré (2) que cette assise inférieure comprenait à son tour trois horizons très distincts dans tout le bassin de Paris, savoir, de bas en haut :

1° Zone à *Ammonites macrocephalus*, *Herveyi*, *microstoma*, *bullatus*, etc.;

2° Zone à *Ammonites anceps* (minerai sous-oxfordien) ;

3° Zone à *Ammonites athleta* et *Lamberti;*

tout cet ensemble étant inférieur aux couches à *Ammonites cordatus*, *perarmatus*, etc., qui constituent mon Oxford-clay moyen.

Sur les côtes du Calvados, la base de l'Oxford-clay inférieur se voit à Lion-sur-Mer ; elle est formée d'une assise argileuse avec *O. Knorri*, recouverte à Escoville par de véritables argiles, semblables à celles que j'ai signalées à Mamers (3) ; et, dans une description que vient de donner de ces couches inférieures, dans le Calvados et l'Orne, M. Eug. Deslongchamps (4), je retrouve mes deux zones inférieures : 1° la zone argileuse à *Ammonites macrocephalus*, *bullatus*, etc.; 2° la zone ferrugineuse à *A. anceps*, *coronatus*, etc. Ces deux subdivisions auraient dans cette région une

---

(1) *Loc. cit.*, p. 213.

(2) *Mers anciennes*, p. 44, 1857. — *Bull.*, 2e série, t. XV, p. 712, 1858.

(3) *Bull.*, t. VIII, 2e série, p. 142, 1850.

(4) E. E. Deslongchamps, *Bull. Soc. linn. de Normandie*, t. IV, 1859.

épaisseur d'environ 20 mètres. C'est dans ces couches qu'est ouverte la vallée de la Dive entre Merville et Cabourg, où aucun affleurement ne les met au jour.

La troisième zone, celle à *Ammonites athleta*, forme la base des falaises de Dives. Elle n'est visible qu'à marée basse, et n'affleure pas dans la falaise même. On sait qu'elle renferme abondamment les *Ammonites athleta*, *Jason*, *Duncani*, *Bakeriæ*, *Lamberti*, etc. La plupart des fossiles de cette zone, notamment les *A. athleta* et *Bakeriæ*, ne se retrouvent point dans les assises supérieures; on les rencontre çà et là au milieu des galets dans le voisinage de Dives, la mer les arrachant de la couche qui les renferme.

b. Oxford-clay moyen et supérieur.

Les assises que l'on rencontre au pied des falaises, et qui reposent immédiatement sur la couche à *Ammonites athleta*, renferment une faune très différente. Les fossiles y sont rares; on n'y voit guère que des *Ostrea dilatata*, de taille assez grande, clairsemées çà et là. C'est là, pour moi, le commencement de l'*Oxford-clay moyen*.

Une première coupe, prise entre Dives et Houlgate, à l'extrémité de la butte Caumont, m'a donné de bas en haut :

1° Argile peu fossilifère, avec *Ostrea dilatata* clair-semées. . 8^{m}.
2° Argile avec lits irréguliers de calcaire argileux (il m'a été impossible de l'étudier de près) . . . . . 6^{m}.

La falaise qui s'étend de la butte de Houlgate à Auberville m'a donné la coupe suivante de bas en haut :

1. A 3 kilomètres de la coupe précédente, au niveau des basses eaux, argiles très fossilifères dans lesquelles j'ai recueilli : *Ammonites Duncani*, Sow., variété sans tubercules (1), grande taille (commune), *A. arduennensis?*, d'Orb., *A. Goliathus*, d'Orb., *Turbo Meriani*, Gold., *Pleurotomaria Munsteri*, Rœm., *P.* indét., *Nucula* (deux espèces indét.), *Avicula inæquivalvis*, Phill., *Perna mytiloides*, Lk (assez commune), *Pecten fibrosus*, Sow., *Plicatula*, n. sp. (2), *Ostrea nana* (Goldf., sp.).

---

(1) J'ai souvent désigné, mais à tort, cette variété sous le nom d'*A. calloviensis* (*Mers anciennes*, p. 43). Il résulte de mes observations que cette variété serait propre à la base de l'Oxford-clay moyen; mais on verra tout à l'heure l'*A. Duncani* type se retrouver jusque dans les couches supérieures de cette assise, toutefois très rarement et à l'état jeune.

(2) Voisine de la *P. tubifera*, mais couverte de stries fines et serrées.

En raison du plongement général du terrain au N.-E., cette couche doit être supérieure aux deux précédentes; tout au plus pourrait-elle faire partie du n° 2 . . . . . 0m,20

2. Argile avec *Ammonites Lamberti*, *A. arduennensis*, *Ostrea dilatata*, etc., et renfermant des *Septaria*. . . . . 0 ,20

3. Argile sableuse, formant banc dur, avec *Ostrea dilatata* et fragments de tiges de végétaux carbonisés . . . . . 0 ,50

4. Argile non stratifiée, massive, très peu fossilifère . . . 6 ,00

5. Argile avec *Ostrea dilatata* et quelques nodules calcaires . . . . . 0 ,40

6. Argile sans fossiles. . . . . 8 ,00

7. Cordon calcaire jaunâtre continu . . . . . 0 ,10

8. Argile avec nodules calcaires et une grande quantité d'*Ostrea dilatata*. . . . . 9 ,00

9. Double cordon calcaire séparé par un lit d'argile . . . 0 ,25

10. Argile avec *Ostrea dilatata*. . . . . 6 ,00

11. Lit de calcaire argileux. . . . . 0 ,25

12. Argile sans fossiles . . . . . 1 ,00

13. Lits de nodules calcaires aplatis. . . . . 0 ,10

14. Argile très peu fossilifère. . . . . 7 ,00

15. Lits de rognons calcaires, avec oolites ferrugineuses, alternant avec de l'argile jaunâtre. . . . . 2 ,50

16. Argile. . . . . 5 ,00

17. Alternance de lits calcaires ou de grès en rognons juxtaposés, plus ou moins chargés d'oolites ferrugineuses, et d'argiles gris bleuâtre, très peu de fossiles. . . . . 7 ,00

18. Marne calcaire jaune remplie de petits fragments de coquilles . . . . . 0 ,50

19. Argile . . . . . 5 ,00

20. Calcaire en plaquettes . . . . . 0 ,20

21. Argile bleue avec un lit de fossiles brisés . . . . . 1 ,10

22. Cordon de calcaire lumachelle bleuâtre avec *Ostrea dilatata* (variété aplatie). . . . . 0 ,15

23. Argile bleuâtre mélangée à la partie supérieure irrégulièrement, et comme par suite d'un remaniement, d'oolite jaune . . . . . 0 ,80

24. Calcaire argileux avec oolite rouge en lits irréguliers . 0 ,25

25. Marne fragmentaire bleuâtre ou jaunâtre avec oolites blanches, pétrie de fossiles (*Ostrea nana*, *Pecten subfibrosus*, d'Orb., Pernes, etc.). . . . . 0 ,70

26. Calcaire fragmentaire à oolites blanches, en plaquettes irrégulières, avec marne oolitique jaune ou bleue interposée (*Ammonites cordatus*, *Nucleolites scutatus*, Panopées, etc.) . . . . . 1 ,10

27. Calcaire fragmentaire compacte, à oolites rouges, avec *Ammonites plicatilis*. . . . . 0 ,40

28. Marne et calcaire en fragments, avec lit d'argile jaune

A reporter. . . 63m,70

Report. . .	63m,70
(*Pholadomya paucicosta*, Rœm.).	0 ,50
29. Banc compacte de calcaire lumachelle marneux, délité à la surface (*Ostrea nana*).	0 ,50
30. Argile plastique, jaune en bas, bleuâtre en haut. . .	0 ,60
31. Marne dure, légèrement oolitique, pétrie de débris de fossiles à la surface supérieure	0 ,40
32. Argile rougeâtre, plastique.	0 ,60
33. Calcaire oolitique vacuolaire, en bancs plus épais, formant au sommet de l'escarpement une corniche très pittoresque.	4?,00
Total. . . .	70m,30

Toute cette série peut s'observer sans aucune discontinuité et en plusieurs points de la falaise entre Houlgate et l'église d'Auberville. Dans cette région, la craie glauconieuse la recouvre directement ; mais la partie de la falaise d'Auberville qui regarde Villers montre d'une manière très nette la suite ascendante des couches. De vastes affaissements circulaires ont laissé à nu le sommet des falaises, et j'ai pu y constater la série suivante de bas en haut :

1. Argile bleue.	
2. Oolite blanche ou jaunâtre, à grains réguliers, terreuse et friable.	1m,00
3. Calcaire oolitique en bancs durs et solides.	3 ,30
4. Bancs argileux ou terreux, jaunes ou bleuâtres, oolitiques, avec *Nucleolites scutatus*, *Panopœa peregrina*, d'Orb.	3 ,50
5. Oolite grossière et irrégulière avec fossiles du n° 4 . .	0 ,20
6. Lit très mince, argileux, rempli de petits Turbos ayant le test, et de pointes de *Cidaris florigemma*, Phill. .	0 ,05
7. Calcaire compacte, alternant avec des lits argileux minces, le tout pétri de fossiles, parmi lesquels abondent les pointes du *Cidaris florigemma* (1), l'*Ostrea spiralis*, une grande Huître plate, roulés et entourés de concrétions calcaires	2 ,50
8. Calcaire compacte, d'un seul banc, très dur, pétri de fossiles indéterminables	2 ,20
9. Calcaire marneux blanc, avec nombreux polypiers et quelques pointes de *Cidaris florigemma*.	2 ,30

Ce calcaire à polypiers a tous les caractères du coral-rag de la Meuse. On y voit de grands madrépores fixés sur de larges Astrées ; le tout ne constitue qu'un agglomérat de zoophytes.

(1) Il y a des bancs de près d'un mètre d'épaisseur qui ne sont composés que de ces pointes.

Je considère les n°s 2, 3, 4 et 5 de cette dernière coupe comme correspondant au n° 33 de la précédente. Le n° 1 correspond au n° 32 ; la différence de couleur est un effet de l'exposition à l'air.

Les n°s 6, 7, 8 et 9 appartiennent au coral-rag dont la base est ici caractérisée, comme partout ailleurs dans le bassin de Paris (1), par l'abondance des pointes de *Cidaris florigemma;* de même aussi nous trouvons ici immédiatement au-dessus le calcaire à polypiers.

Ces couches paraissent être recouvertes à Auberville par la craie glauconieuse ; je n'y ai vu ni la partie supérieure du coral-rag ni le Kimmeridge-clay.

Les assises supérieures de l'Oxford-clay limité ainsi par les couches à *Cidaris florigemma* sont beaucoup plus oolitiques et plus calcaires que le reste de la série, surtout à partir du n° 22. L'argile y est accidentelle; en même temps la faune change d'une manière notable. Le *Nucleolites scutatus*, d'abord rare lorsque l'*Ammonites cordatus* disparaît, augmente dans les couches où abonde l'*A. plicatilis*, et est surtout très commun dans les calcaires oolitiques compactes qui supportent la couche à *Cidaris florigemma.*

Cette série de couches du n° 22 au 33, épaisse de 13 à 14 mètres environ à Auberville, peut donc être considérée comme un groupe à part, non moins caractérisé au point de vue minéralogique qu'au point de vue paléontologique, et qui sera mon *Oxford-clay supérieur.* Voici les fossiles que j'ai recueillis dans ces couches à Auberville :

Ammonites cordatus, Sow., r. r. (2) (et à la base du groupe); *A. plicatilis*, Sow., c.; *Chemnitzia heddingtonensis* (Sow., sp.), d'Orb.; *Pleurotomaria*, indét.; *Panopœa peregrina* (3), d'Orb., c. c.; *Pholadomya paucicosta*, Rœm.; *Ceromya sarthacensis ?*, d'Orb., a. c.; *Thracia pinguis* (Ag., sp.), d'Orb.; *T. frearsiana ?*, d'Orb.; *Lucina* ou *Lavignon*, indét.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb., a. c.; *Perna quadrilatera*, d'Orb., a. c.; *Ostrea dilatata*, Desh. (var. aplatie), c.; *O. nana* (Goldf. sp.), c.; *Nucleolites scutatus*, Lamk, c. c.

---

(1) *Les mers anciennes dans le bassin de Paris*, p. 58. Le *Cidaris florigemma*, Phill., est l'espèce désignée dans ce travail par le nom de *C. Blumenbachii*, sous lequel elle était généralement connue jusque dans ces derniers temps.

(2) r. r. signifie très rare ; r., rare ; c., commun ; a. c., assez commun, etc.

(3) Que je considère comme distincte de *P. varians* (Ag., sp.).

Il résulte des évaluations précédentes que l'épaisseur totale de l'Oxford-clay des falaises d'Auberville (assises moyenne et supérieure de l'étage) devrait être évaluée environ à 75 mètres, sans y comprendre la partie relative à la coupe de la butte Caumont.

J'ai dit que cette partie devait être considérée comme inférieure à la grande falaise. En effet, toutes les couches plongent régulièrement vers le N.-E.; il est même facile de mesurer le plongement en suivant l'un de ses lits, par exemple, le cordon calcaire n° 7 de la grande coupe, qui d'abord, au point où il est noté, à $15^m,40$ au-dessus de la plage, n'est plus qu'à 4 mètres un peu (700 mètres) avant Villers. Il y a là un plongement de $11^m,40$ sur environ 2 kilomètres, ce qui ferait 17 mètres pour 3 kilomètres, distance de la butte Caumont au point où affleure, au niveau de la mer, le n° 1 de la grande coupe, et placerait les couches de la butte Caumont immédiatement sous cette coupe. La puissance réunie des étages moyen et supérieur de l'Oxford-clay serait donc ici de 90 mètres environ.

Dans la coupe de la même falaise, telle que M. d'Archiac la donne (1) d'après MM. de Caumont et Dufrénoy, l'Oxford-clay n'a pas 40 mètres. Il est vrai que cette coupe ne donne que $58^m,52$ au terrain jurassique de cette falaise. Or le point marqué (alt. 113 mètres) sur la carte de l'état-major est sur le coral-rag, au pied de la craie qui s'élève à 130 ou 140 mètres à peu de distance.

D'après mes évaluations, le coral-rag n'ayant guère, au point de repère, qu'une dizaine de mètres au plus, il en résulte qu'à Auberville la partie supérieure de l'Oxford-clay est au moins à 100 mètres d'altitude. Or le cordon calcaire n° 7 est environ à 10 mètres d'altitude au pied de ce point, ce qui donne 90 mètres pour l'épaisseur des couches oxfordiennes au-dessus de ce cordon n° 7; mais le cordon étant à 15 mètres de hauteur sous Beuzeval et à 30 mètres au moins au-dessus de la base des argiles à *O. dilatata* de la butte Caumont, il en résulte pour l'épaisseur minimum de l'Oxford-clay moyen et supérieur le chiffre de 120 mètres, ce qui prouve que mes évaluations étaient trop faibles, résultat habituel des mesures des épaisseurs de couches meubles dans leurs affleurements.

Dans la coupe précédente, certaines assises étaient peu abordables et ne pouvaient être étudiées que très imparfaitement. Heureusement, une fois l'ordre général de la série bien établi,

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. VI, p. 211.

comme je crois l'avoir fait, il devient possible de reconnaître la position des portions de falaise éboulées et d'en faire une étude plus détaillée. C'est ce que je vais faire pour deux parties de la coupe.

Le n° 17 était coupé à pic au-dessus d'un ravin abrupt, et je ne l'avais abordé qu'avec beaucoup de difficultés; mais une portion de cette falaise, éboulée au-dessous d'Auberville, m'a montré la composition de la plus grande partie de cette assise, ainsi qu'il suit, de bas en haut :

1. Lit d'argile remplie d'*Ostrea gregaria*, marne dure en haut	$1^m,00$
2. Argile et calcaire marneux	0 ,70
3. Grès avec grandes tubulures paraissant dues à des vides laissés par des végétaux; deux lits d'argile interposés	0 ,70
4. Calcaire en plaquettes très coquillier (Trigonies, etc.)	0 ,10
5. Argile avec lumachelle jaunâtre	1 ,30
6. Grès coquillier avec tubulures	0 ,50
7. Argile avec plaquettes de grès	0 ,80
	$5^m,10$
8. Marne jaune oolitique remplie de débris de coquilles.	0 ,40

Je considère ce n° 8 comme le représentant du n° 18 de la grande coupe ; c'est aussi le n° 8 de la coupe citée ci-dessus de l'*Histoire des progrès de la géologie*, dans laquelle nos n°s 17 à 23 paraissent correspondre à ce qui y est désigné sous le nom de *calcareous grit inférieur*.

Les couches plongeant au N.-E. d'environ $5^m,70$ par kilomètre, et le cordon calcaire n° 7 qui nous a servi de repère venant affleurer au niveau de la mer à peu près à Villers, à Bénerville, qui est à 4 kilomètres, ce serait une assise située à 23 mètres plus haut qui devrait affleurer, si le plongement est régulier, et nous verrons tout à l'heure qu'il l'est jusqu'à Villerville. Il me semble, d'après cela, impossible de trouver à Bénerville, à moins d'un relèvement accidentel et très peu probable, des assises inférieures au n° 15 de la grande coupe.

Or, les affleurements de Bénerville présentent une disposition particulière. Du côté de Trouville ils plongent bien dans le sens normal, mais vers Bénerville ils plongent en sens opposé. Il y a donc là un mouvement anormal du sol, probablement un éboulement en masse du coteau, par suite duquel les couches qui se trouvent actuellement lavées par le flot, et qui sont très fossilifères, doivent occuper une place plus élevée dans la série que leur posi-

tion actuelle ne l'indique. D'ailleurs, ces couches présentent à leur partie supérieure l'oolite blanchâtre ou jaunâtre à *Ammonites plicatilis* qui commence au n° 25 environ. Il y a donc toute probabilité pour que ces couches soient comprises entre le n° 17 et le n° 25. Voici le détail de ces couches, de haut en bas :

1. Coral-rag éboulé en blocs énormes, concrétionnés et caverneux, remplis de polypiers; d'autres blocs renferment en abondance le *Cerithium limæforme?*; dans d'autres enfin le *Cidaris florigemma* constitue à lui seul et presque sans gangue un lit de plus d'un mètre d'épaisseur.

2. Oolite oxfordienne blanchâtre, jaunâtre ou bleuâtre, avec *Ammonites plicatilis*.

3. Argile avec *Ostrea dilatata* type, mais surtout la variété plate . . . . . $7^m,00$

4. Lit d'argile rempli d'*O. gregaria*, *O. dilatata*, r. . . $0^m,30$

5. Argile très fossilifère, mais où les céphalopodes et les gastéropodes sont de petite taille; j'y ai recueilli les espèces suivantes : *Serpula lacerata*, Phill., c.; *Ammonites arduennensis*, d'Orb., c.; *A. lunula* (1), Ziet., r.; *A. Mariæ*, d'Orb., a. c.; *A. cordatus*, Sow., c.; *A. Duncani*, Sow., r.; *A. Lamberti*, Sow., a. c.; *Turbo Meriani*, Goldf., c.; *Rostellaria bispinosa*, Phill., a. c.; *Cerithium russiense*, d'Orb., c.; *Pleurotomaria Munsteri*, Rœm., r.; *Natica Calypso*, d'Orb., r.; *Panopœa varians* (Ag., sp.), a. c.; *Astarte carinata*, Phill. (*A. Poppæa*, d'Orb.), r.; *Venus*, 3 ou 4 espèces indét., a. c.; *Trigonia clavellata*, Ag., c.; *Nucula*, 2 espèces, c.; *N. elliptica*, Phill., r.; *Mytilus imbricatus*, Sow. sp., a. r.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb., r.; *Avicula inæquivalvis*, Phill., r.; *Plicatula tubifera*, Lamk, c.; *Ostrea nana*, Goldf., sp., c. c.; *O. gregaria*, Sow., c. c.; *O. Marshii*, Sow., a. r.; *Terebratula bucculenta?*, Sow., a. c.; *Rhynchonella varians* (Schl., sp.), d'Orb., a. c.; *Millericrinus*, a. c.; *Spongia floriops*, Phill., r. Épaisseur. . . . . $0^m,90$

6. Argile avec nodules de calcaire marneux, à oolites ferrugineuses, fossiles de plus grande taille. *Ammonites Eugenii*, Raspail, a. c.; *A. cordatus*, Sow., a. c.; *A. perarmatus*, d'Orb., a. c.; *A. arduennensis*, d'Orb., a. c.; *A. Touca-*

A reporter. . . $8^m,20$

(1) J'ai déjà rencontré cette espèce dans l'Oxford-clay moyen de Marolles (Sarthe); elle se trouve avec l'*A. oculatus* dans les calcaires blancs à oolites ferrugineuses de *la Champagne*, près Montreuil-Belley (fait dont je dois la connaissance à M. Guerre qui m'a envoyé des échantillons recueillis par lui dans cette localité). Toutefois, l'*A. lunula* est beaucoup plus fréquente dans l'Oxford-clay inférieur.

Report. . .	8m,20
sianus?, d'Orb., r.; *Pholadomya decemcostata*, a. c.; *Panopæa varians* (Ag., sp.), a. c. Épaisseur	1 ,00
7. Argile peu fossilifère ; *O. dilatata* (type) disséminées .	1 ,50
8. Lit de *Perna mytiloides*.	0 ,05
9. Lits de rognons calcaires durs avec *O. dilatata* brisées, *O. gregaria*, quelques gastéropodes (*Rostellaria bispinosa*, etc.)	0 ,15
10. Argile avec *O. gregaria*.	0 ,80
11. Lit de *Perna mytiloides*.	0 ,10
12. Argile avec *O. dilatata* disséminées	1 ,50
Total. . . .	13m,30

La faune de ce système de couches est éminemment caractéristique de l'Oxford-clay moyen ; on n'y rencontre pas encore les Nucléolites, et l'on y trouve de très rares représentants, à l'état jeune, de quelques espèces de l'Oxford-clay inférieur (*Ammonites Duncani*, *lunula*, etc.).

On remarquera aussi combien cette faune a d'analogie avec celles des nos 1 et 2 de la grande coupe. Les espèces suivantes : *Ammonites Duncani*, *A. arduennensis*, *A. Lamberti*, *Turbo Meriani*, *Nucula* (mêmes espèces), *Avicula inæquivalvis*, *Perna mytiloides*, *Ostrea dilatata*, *O. nana*, montrent que tout ce système d'argiles avec lits minces de calcaires intercalés, compris entre les couches à *Ammonites athleta* et l'oolite à *Nucleolites scutatus*, a la même faune, et qu'il appartient bien en entier à l'Oxford-clay moyen. D'autre part, certaines espèces lient cette assise à l'Oxford-clay inférieur et à l'Oxford-clay supérieur d'une manière tellement intime qu'il est impossible de maintenir au milieu du grand étage oxfordien la coupure que d'Orbigny a voulu y établir.

Il est important de remarquer que la partie supérieure de l'Oxford-clay telle que je la considère est oolitique et calcaire dans presque toutes ses couches, depuis le no 23 jusqu'au no 33, c'est-à-dire sur une épaisseur de 14 mètres environ.

Cette série est surtout caractérisée par la présence du *Nucleolites scutatus* et de l'*Ammonites plicatilis ;* c'est l'*oolite de Trouville*.

A Trouville, la falaise est encore plus bouleversée qu'à Auberville, et la succession des couches plus difficile à reconnaître ; mais cependant les assises oolitiques à *Nucleolites scutatus*, situées au pied de la falaise, s'y présentent dans un état plus régulier et plus facile à observer qu'au sommet des falaises d'Auberville. Voici donc la coupe de Trouville à partir du niveau de la mer :

1. Argile noire avec *Ostrea dilatata* (var. plate), et nodules calcaires avec *Pecten subfibrosus*, *Ostrea gregaria*, *Perna quadrilatera* (niveau de la mer au commencement de la falaise de Trouville). $4^m,00$

2. Calcaire marneux gris foncé, mêlé d'oolites rouges, en bancs minces alternant avec l'argile noire, avec *Belemnites* (fragments), *Ammonites plicatilis*, a. c.; *Pleurotomaria millepunctata*, Desl., r.; *Panopæa peregrina*, d'Orb., c.; *P. Buvignieri*, d'Orb., a. c.; *Pholadomya decemcostata* (var. *major*), c.; *P. lineata*, Goldf., a. r.; *P. exaltata*, Ag., a. r.; *Thracia frearsiana ?*, d'Orb.; *Lucina* ou *Lavignon*, indét.; *Trigonia clavellata* (var. *major*), Ag., c.; *Mytilus consobrinus*, d'Orb., r.; *Gervillia aviculoides*, Sow., c.; *Perna quadrilatera* (var. *major*), d'Orb., c. c.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb., c., *Ostrea dilatata* (var. aplatie), a. c.; *O. nana*, r.; *Terebratula*, r. . . . . $1^m,50$

3. Calcaire de couleur rougeâtre ou bleuâtre, rempli d'oolites rouges et blanches; mêmes fossiles que le banc précédent, plus le *Nucleolites scutatus*. . . . . $7^m,00$

4. Argiles noires avec nodules calcaires et oolites blanches; calcaire en plaquettes gris bleuâtre, en lits interposés, renfermant en grande quantité le *Pecten subfibrosus* et le *Nucleolites scutatus* . . . . . $5^m,00$

5. Calcaire jaunâtre, à texture irrégulière, tantôt très dur, tantôt friable ou argileux, mais uniformément rempli d'oolites blanches, assez régulières, de $0^m,001$ de diamètre. Épaisseur, environ . . . . . $5^m,00$

Les fossiles sont extrêmement abondants et bien conservés dans cette assise; la plupart sont de petite taille; ce sont des Nérinées, des Opis, Astartes, etc. Certains lits, surtout vers la base, sont remplis de *Nucleolites scutatus* et de *Pecten subfibrosus*. Les espèces que j'y ai recueillies sont : *Serpula*, indét., r.; *Chemnitzia heddingtonensis ?* (Sow., sp.), d'Orb., r.; *C. sublineata* (Rœm., sp.), d'Orb., r.; *Nerinea clavus*, Desl., c.; *N. allica*, d'Orb., r.; *Panopæa peregrina*, d'Orb., c.; *Isodonta Deshayesea*, Buv. (*Sowerbya crassa*, d'Orb.), c.; *Venus*, indét.; *Opis Phillipsiana*, d'Orb., r.; *O. Venus*, d'Orb., c.; *O.* (voisin de l'*arduennensis*, Buv.), a. c.; *Cardium* voisin du *C. concinnum*, d'Orb., r.; *Arca Harpyia ?*, d'Orb., a. c.; *Lima duplicata ?*, Desh., r.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb. (var. *minor*), c.; *Ostrea nana*, a. r.; *Cidaris*, r.; *Nucleolites scutatus*, c. c.

A Trouville même, les bancs qui recouvrent immédiatement ces assises n'étaient point visibles en septembre 1859; mais en allant vers Hennequeville, on suit aisément les couches de Trouville; on les voit former, au pied du sentier qui descend de l'église d'Hennequeville à la mer, la partie inférieure de la falaise, et l'on peut constater qu'ils sont immédiatement recouverts par les couches à *Cidaris florigemma*. Voici le détail de cette nouvelle coupe :

1. Au niveau de la mer se trouve la partie supérieure du n° 4 de la coupe précédente à l'état de calcaire oolitique noirâtre, couvert en bas d'empreintes vermiculiformes (gyrolites) et rempli en haut de *Nucleolites scutatus*. Épaisseur. 1m,50

J'ai recueilli dans cette couche : *Nerinæa clavus?*, Desl., a. r.; *Panopæa peregrina*, d'Orb., a. r.; *Isodonta Deshayesea*, Buv.; *Corbis?; Lima duplicata?*, Desh., r.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb., c. c.; *P. lens*, Sow., r.; *Ostrea nana?*, Goldf., r.; *Holectypus*, r.; *Nucleolites scutatus*, c. c.

2. Calcaires oolitiques jaunes ou rougeâtres, alternant avec des bancs noirs, le tout rempli des mêmes fossiles que le n° 5 de la coupe précédente. Le *Nucleolites scutatus* ne s'y trouve qu'à la base, mais en très grande quantité. La faune de cette assise est assez différente selon qu'on l'examine dans les couches inférieures ou dans les couches supérieures. Je vais donc en séparer les éléments :

Fossiles de la partie inférieure (oolite jaunâtre grossière).

Serpula, 2 espèces; *Belemnites* (fragments); *Chemnitzia heddingtonensis*, d'Orb., r.; *Cerithium russiense*, d'Orb., c.; *Panopæa peregrina*, d'Orb., c.; *P. Buvignieri*, d'Orb., a. c.; *Thracia frearsiana*, d'Orb., a. c.; *T. Cypris?*, d'Orb., r.; *Isodonta Deshayesea*, Buv., c.; *Opis* (voisin de l'*arduennensis*), a. c.; *Astarte*, r.; *Lucina*, a. c.; *Corbis*, a. r.; *Nucula eurita?*, d'Orb, a. c.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb., c.; *P. lens*, a. c.; *Ostrea nana*, c.; *Nucleolites scutatus*, c.

Fossiles de la partie supérieure (oolite fine, blanche, un peu rougeâtre).

Nerinea clavus, Desl., c.; *N. allica*, d'Orb., c.; *Cerithium russiense*, d'Orb., a. c.; *Turbo muricatus?*, Phill., r.; *Opis Venus*, d'Orb., c.; *O.* (voisin de l'*arduennensis*), c.; *Astarte Philea*, d'Orb., r.; *Trigonia clathrata*, Ag., r.; *Arca Harpyia?*, d'Orb., a. c.; *Avicula*, r.; *Pecten subfibrosus*, d'Orb., a. c.; *Ostrea nana*, r. Épaisseur de cette assise, environ. 5m,00

On pourrait établir aisément à Trouville la même distinction entre la partie inférieure et la partie supérieure de cette assise, tant sous le rapport minéralogique qu'au point de vue des fossiles.

3. Calcaire jaune tuberculeux à texture grossière, avec *Cidaris florigemma* et beaucoup d'autres fossiles (Nérinées, Pholadomyes, polypiers, etc.). C'est la base du coral-rag.

En comparant entre elles ces trois listes de fossiles, on voit que les deux premières ne forment qu'un horizon fossilifère qu'on peut appeler la zone du *Nucleolites scutatus ;* que la troisième est surtout la zone des *Opis* et des Nérinées (*N. clavus* et *allica*) ; que ces deux horizons existent à Trouville et sont compris dans la couche

n° 5, et qu'au-dessous il y a au pied de la falaise de Trouville un troisième horizon fossilifère très distinct, caractérisé par l'abondance des *Perna quadrilatera*, *Gervillia avicularis*, *Trigonia clavellata* (var. *major*), *Ammonites plicatilis*.

Ces trois faunes sont d'ailleurs liées ensemble par certaines espèces qui passent de l'une à l'autre, et forment, ainsi réunies et complétées par les fossiles des mêmes assises recueillies à Auberville, un ensemble qui se distingue d'une manière très nette de la faune de l'Oxford-clay moyen. Un grand nombre de ces espèces, au moins la moitié, ne descend pas dans l'Oxford-clay moyen à *Ammonites perarmatus*, *arduennensis*, etc., et réciproquement. Cette dernière faune, si riche en fossiles spéciaux, notamment en *Ammonites cordatus*, *A. perarmatus*, *A. arduennensis*, *A. Constantii*, *A. Engenii*, *A. Babeanus*, *A. Edwardsianus*, *A. Goliathus*; en gastéropodes, *Turbo Meriani*, *Rostellaria bispinosa*; en acéphalés, *Ostrea dilatata* type, *Plicatula tubifera*, ne saurait être confondue ni avec celle de l'Oxford-clay supérieur où ces espèces ne pénètrent pas, sauf des cas tout à fait rares, ni avec celle de l'Oxford-clay inférieur, caractérisée comme nous l'avons fait en commençant.

Il est à remarquer que l'ensemble de ces couches oolitiques de Trouville où abonde le *Nucleolites scutatus* a environ 15 mètres d'épaisseur, un peu plus qu'à Auberville, où ces couches sont recouvertes, de même qu'à Hennequeville, sans aucune transition ni mélange, par l'assise à *Cidaris florigemma*, c'est-à-dire par la base du coral-rag, surmontée elle-même par des calcaires à polypiers. Il n'est pas douteux que la limite entre les deux étages ne soit exactement semblable à Trouville ; seulement elle y est moins nette, par suite des mouvements qu'a éprouvés le sol.

A Auberville, pas plus qu'à Hennequeville, je n'ai trouvé de *Cidaris florigemma* dans l'oolite à *Nucleolites scutatus*; je n'en ai point trouvé non plus dans cette même oolite à Trouville, lorsque je cherchais dans les blocs si fossilifères détachés de la falaise et lavés par la mer ; seulement l'une des faces de ces blocs, probablement la surface de contact avec le coral-rag, en était quelquefois entièrement couverte ; mais, dans la falaise même, on rencontre fréquemment ces fossiles ensemble, ce qui provient du remaniement par glissement ou éboulement.

Il serait certainement téméraire d'affirmer que le *Cidaris florigemma* manque complétement dans ces couches, puisqu'on le trouve à Étivey (Yonne) dans l'Oxford-clay moyen à *Ammonites perarmatus*, *Eugenii*, etc. ; seulement on peut dire que s'il y existe,

il y est rare, ce qui contraste singulièrement avec les assises qui viennent au-dessus où il est extrêmement abondant.

La partie supérieure de l'Oxford-clay et sa limite avec le coral-rag dans ces falaises se trouvent donc établies aussi nettement que possible. On peut évaluer à 18 ou 20 mètres l'altitude de cette limite à Trouville. On se rappelle qu'elle était à 100 mètres environ à Auberville, c'est-à-dire à 10 kilomètres de distance ; cela constitue un plongement de 8 mètres par kilomètre, un peu plus que de Beuzeval à Auberville.

Cette même limite est au niveau de la mer, à 3 kilomètres environ de Trouville, un peu au delà d'Hennequeville, ce qui fait ici un plongement de 20 mètres pour 3 kilomètres. On peut donc évaluer en moyenne à 7 mètres par kilomètre, ou $0^m,007$ par mètre, le plongement régulier des assises de l'Oxford-clay au N.-E.

La distance de Lion-sur-Mer, où la base de l'Oxford-clay est presque au niveau de la mer, au pied de notre grande coupe de Beuzeval, mesurée dans la direction N.-E. qui est celle de la plus grande pente des couches, est de 20 kilomètres. En admettant la même inclinaison pour cette partie que pour la falaise de Beuzeval, c'est-à-dire $5^m,70$ par kilomètre, l'épaisseur des couches oxfordiennes situées au-dessous du n° 1 de notre grande coupe serait de 114 mètres ; en retranchant les 14 mètres d'argiles à *Ostrea dilatata* de la butte Caumont, il resterait 100 mètres pour l'épaisseur de l'Oxford-clay inférieur du Calvados.

Une étude plus approfondie de la vallée de la Vire peut seule montrer ce qu'il faut penser au sujet de ce chiffre qu'une faille le long de la Dive pourrait modifier beaucoup.

En résumé, il résulte de ce travail que l'Oxford-clay des côtes du Calvados présente au point de vue paléontologique, comme au point de vue minéralogique, trois divisions principales.

L'*Oxford-clay inférieur*, formé de calcaires argileux, d'épaisseur encore inconnue, est subdivisible en trois zones fossilifères qui se retrouvent de la manière la plus régulière dans presque tout le bassin de Paris.

L'*Oxford-clay moyen*, puissant massif argileux qui n'a pas moins de 100 mètres d'épaisseur, avec lits minces de calcaires faiblement oolitiques intercalés, et une immense quantité d'*Ostrea dilatata*, *O. gregaria*, *Perna mytiloides*, présente deux horizons distincts aux Vaches-Noires. Dans les couches inférieures se trouve une faune qui renferme un certain nombre d'espèces de l'Oxford-clay inférieur, mais aussi plusieurs espèces des parties les plus élevées de l'Oxford-clay moyen (*Turbo Meriani*, *Pleurotomaria Munsteri*, etc.),

et quelques-unes qui sont propres à ce niveau, notamment l'*Ammonites Goliathus*, d'Orb., et la variété sans tubercules de l'*A. Duncani*. A plus de 60 mètres au-dessus est la couche la plus riche en *Ammonites cordatus*, *perarmatus*, *arduennensis*, etc., caractérisée aussi par la *Plicatula tubifera*.

Ces deux horizons paraissent se confondre dans l'Orne et la Sarthe; mais peut-être y aurait-il lieu de faire de nouvelles recherches à ce sujet. Dans la Nièvre et l'Yonne, l'horizon inférieur manque, et l'Oxford-clay moyen se réduit à une couche mince contenant la faune de l'horizon supérieur. A l'est, dans la Meuse et les Ardennes, l'horizon supérieur de l'Oxford-clay moyen est exactement représenté par le minerai supérieur à *Ammonites cordatus* et *perarmatus*. Quant à l'horizon inférieur qui est un véritable passage à l'Oxford-clay inférieur, et qu'on pourrait peut-être aussi bien classer dans l'une que dans l'autre division, il est très probable qu'il est représenté par les couches à *Perna mytiloides* et *Ammonites Lamberti* qu'on trouve entre les deux minerais (1).

Les marnes oxfordiennes dont M. Thiollière (2) a décrit l'extension en France correspondent précisément au massif argileux des Vaches-Noires, inférieur à l'horizon de l'*Ammonites perarmatus;* elles renferment les mêmes fossiles.

L'*Oxford-clay supérieur* présente à Trouville trois zones : 1° la zone de la *Perna quadrilatera;* 2° celle du *Nucleolites scutatus;* 3° celle des *Opis* et Nérinées (*N. clavus* et *allica*). On peut en évaluer l'épaisseur à environ 25 mètres.

De ces trois zones, la plus inférieure est celle qui paraît se retrouver d'une manière plus générale autour du bassin de Paris. L'abondance des *Trigonia clavellata* (var. *major*), *Gervillia aviculoides*, *Perna quadrilatera*, souvent confondue avec la *P. mytiloides*, *Ammonites plicatilis* (de grande taille), permet de la reconnaître aisément. C'est à cet horizon que je rapporte les calcaires blancs du four à chaux de Commercy (3) et ceux d'Ancy-le-Franc. Les deux horizons supérieurs dont la faune n'a point été retrouvée ailleurs pourraient bien n'être qu'un faciès local; de même que les couches à spongiaires qui reposent sur l'oolite ferrugineuse à *Ammonites cordatus* dans la Nièvre (4), dans le Bugey, la Côte-d'Or, le Jura salinois, la Suisse, le Wurtemberg, etc., représentent

(1) *Mers anciennes*, p. 45.
(2) *Bull.*, t. XV, 2e série, p. 711, 1858.
(3) *Mers anciennes*, p. 50.
(4) *Bull.*, t. XV, 2e série, p. 633 et 710.

un faciès particulier à ces contrées de l'Oxford-clay supérieur.

En Angleterre, le *calcareous grit* inférieur, et une partie du coral-rag du Wiltshire et du Yorkshire, de M. Phillips, paraissent, d'après les fossiles et comme l'a reconnu d'Orbigny (1), devoir être rapportés à nos divisions moyenne et supérieure de l'Oxford-clay. C'est ainsi que le *Nucleolites scutatus* que M. Morris place dans le coral-rag, dans son *Synopsis*, paraît occuper en Angleterre le même horizon que sur les côtes du Calvados. Toutefois, en France, ce fossile descend aussi bien que le *Cidaris florigemma* jusque dans l'oolite ferrugineuse à *Ammonites cordatus* (Ardennes).

J'aurais également des observations à présenter sur la classification qu'a adoptée, au sujet des assises qui ont fait l'objet de cette étude, M. le docteur Oppel (2) ; mais cette discussion m'entraînerait beaucoup trop loin. Je serais d'ailleurs bien étonné qu'il y eût en France un seul géologue disposé à adopter l'étage oxfordien tel que M. Oppel l'a constitué, et surtout la zone à *Cidaris florigemma* (*C. Blumenbachii*) où se rencontrent, avec les fossiles spéciaux du coral-rag inférieur, les *Turbo Meriani*, *Trigonia spinifera*, *Perna mytiloides*, *Plicatula tubifera*, etc., etc., en un mot toute une faune caractéristique du minerai à *Ammonites cordatus*, ou même des marnes qui sont au-dessous, et qu'il transporte de sa position véritable par-dessus un niveau (les couches à spongiaires) qu'elle n'atteint jamais, au moins en France. Je préfère terminer en disant que, bien qu'Alcide d'Orbigny n'ait, à ma connaissance, publié aucun détail à ce sujet, la limite supérieure que j'assigne à l'Oxford-clay concorde parfaitement avec la répartition qu'il a faite des fossiles de Trouville dans son *Prodrome*, ce qui atteste qu'il avait reconnu cette limite avant moi.

Je donnerai prochainement mes observations sur le coral-rag de la même contrée.

M. Laugel présente un mémoire sur la géologie du département d'Eure-et-Loir.

Mémoire sur la géologie du département d'Eure-et-Loir; par M. A. Laugel.

Le département d'Eure-et-Loir est formé presque entièrement

(1) *Cours élémentaire*, t. II, p. 522.

(2) *Die Juraformation*, etc., Stuttgart, 1856-1858 (*Bull.*, 2e sér., t. XV, 1858, p. 658).

de grandes plaines bien connues par leur richesse agricole, et qui, dans une grande partie de leur étendue, ont une horizontalité presque parfaite. Sur une très grande partie du département, recouverte par le calcaire de la Beauce, les altitudes des plateaux au-dessus du niveau de la mer restent comprises entre 155 et 163 mètres, et ne présentent par conséquent que des différences inférieures à 8 mètres.

En envisageant le pays dans son ensemble, on reconnaît pourtant dans la configuration extérieure quelques accidents généraux, dont les uns se lisent dans les formes extérieures du sol, et les autres ne se découvrent que par l'étude détaillée des altitudes prises en un grand nombre de points. La surface entière du département présente un relèvement graduel vers l'ouest : les altitudes qui dans la région orientale ne dépassent pas 160 mètres, s'élèvent dans la partie occidentale jusqu'à 284 mètres; mais le grand plateau qui s'étend au sud de l'Eure n'est pas seulement incliné vers l'est, il descend aussi vers le sud du côté de la Loire, bien que d'une manière beaucoup plus insensible. Dans la partie orientale de la Beauce, la différence des altitudes maximum, comptée du nord au sud, n'est que de 25 mètres ; cette différence, comptée dans le même sens, atteint 67 mètres dans la partie du grand plateau qui touche au Perche.

Au nord de l'Eure, les altitudes sont tout autrement distribuées. En s'avançant de Chartres vers le Perche, on voit s'élever au-dessus de la grande et uniforme plaine qu'on parcourt, une ligne de hauteurs boisées qui se dessine de plus en plus quand on se rapproche de Senonches. Ces hauteurs présentent une pente assez inclinée du côté du sud, mais ne descendent que bien insensiblement du côté opposé. Ce grand plan incliné a 268 mètres d'altitude maximum au-dessus de la plaine que parcourt l'Eure, de sa source à Chartres, mais n'offre plus qu'une altitude de 184 mètres vers les confins du département de l'Eure.

Tels sont les caractères les plus généraux de la configuration des grandes plaines d'Eure-et-Loir. La région qu'on rencontre à l'ouest en dépassant l'extrémité de ce grand plateau, présente une complication plus grande; mais les formes extérieures y sont liées si intimement à la composition des couches, que l'on ne saurait s'en rendre compte sans être entré dans l'examen géologique des terrains.

Les coteaux qui impriment au Perche, par leur forme et leur végétation, les caractères qui depuis si longtemps l'ont fait distinguer comme une province naturelle, ont une composition géolo-

gique des plus constantes ; ils présentent sur leurs pentes la succession uniforme de diverses couches appartenant au terrain crétacé.

Le terrain jurassique sert de base à cet ensemble stratigraphique, découpé en coteaux par un grand nombre de petites vallées ; mais, dans les limites de l'arrondissement de Nogent-le-Rotrou on ne le voit apparaître qu'en trois points, sur une très petite étendue, au fond des vallées qui de Souancé et de Vichères descendent en convergeant vers l'Huisne et à Vallée-Grain près de Coudray. Le terrain jurassique y appartient à l'étage du coral-rag : il est formé d'un calcaire jaunâtre caverneux, renfermant un grand nombre de fragments de Nérinées, de Turritelles, de Pernes, de Delphinules et de quelques bancs grossièrement oolithiques. Le calcaire exploité pour faire de la chaux à Souancé, contient aussi des dents de Squale.

Immédiatement au-dessus du terrain corallien, s'étend une couche d'une remarquable uniformité qui dans toute cette région est la partie le plus inférieure du terrain crétacé ; c'est une sorte de masse molle, très verte, formée presque entièrement de glauconie, qui dessine un niveau aquifère très constant et entretient une grande humidité dans la plupart des vallons qui échancrent les collines du Perche. En s'élevant davantage sur la pente de ces coteaux, on voit succéder à la couche de sable chlorité dépourvu de fossiles un calcaire qui est encore entièrement rempli de grains verts de glauconie, mais qui fournit un grand nombre de fossiles. J'en citerai seulement les principaux : Ce sont le : *Pecten asper*, *Cardium hillanum*, *Ostrea carinata*, *Mytilus ligeriensis*, *Nautilus elegans*, *Epiaster distinctus*, *Micraster acutus*, *Ostrea Baylii*, *Ammonites Mantelli*, *Nautilus Largilliertianus*, *Ammonites* (*nova species*), *Ostrea columba* (variété *major*), *Ostrea lateralis*, *Pleurotomaria Mailleana*, Serpules, Polypiers.

Au-dessus des couches chloritées, s'étendent celles de la craie tuffeau : c'est un calcaire grisâtre généralement tendre, un peu sableux et micacé, légèrement chlorité ; il contient non pas des bancs de silex, mais quelques rognons siliceux gris ou noirs, souvent fondus sur les bords dans le calcaire qui les enveloppe. On reconnaît souvent dans la cassure de ces silex la structure des Polypiers. Cette craie tuffeau est exploitée en un grand nombre de points ; certaines assises fournissent une excellente pierre de taille. On l'exploite, notamment, près de la gare de Nogent-le-Rotrou, à Beaumont, à la Martinière près d'Authon, à Vallée-Grain près de Coudray, à Glatigny près de Nogent-le-Rotrou, à Coulonges et

à Céton. Sur certains points, cet étage cesse d'avoir les caractères de la craie tuffeau ordinaire et devient une marne gris bleuâtre, extrêmement micacée, et contenant quelques rognons pyriteux. La marne *bleue* qu'on extrait de plusieurs marnières, placées le long du chemin de Luigny à Brou, appartient au même horizon géologique que le tuffeau calcaire de Nogent-le-Rotrou.

A la partie supérieure, la craie tuffeau est recouverte par des couches de marne sableuse, très micacée, qui deviennent parfois tellement argileuses qu'elles sont exploitées pour la tuilerie. Ces couches sont placées au contact des sables qui, dans cette partie de la France, s'intercalent au milieu des étages de la craie : elles forment le niveau aquifère où viennent sourdre toutes les eaux qui ont traversé ces sables, en s'y chargeant souvent d'une manière très notable d'éléments ferrugineux.

La craie tuffeau, avec les couches argilo-micacées qui la dominent, est très riche en fossiles : je vais citer les plus abondants. On trouve dans la craie tuffeau proprement dite : *Ammonites falcatus*, *A. rothomagensis*, *Cardium hillanum*, *C. cœnomanense*, *Cyprina? Lima simplex*, *L. maxima*, *Pecten elongatus*, *Arca semistriata*, *A. vindinnensis*, *Spondylus striatus*, *Inoceramus latus*, *Ostrea columba*, *Trigonia spinosa*, *Opis Gallienii*, *Janira longicauda*, *Pecten æquicostatus*, *Rhynchonella alata*, *Strombus incertus*, *Pleurotomaria Mailleana*, *Nautilus elegans*.

Au-dessus du tuffeau exploité, on trouve une couche calcaire qui contient en grande quantité les fossiles suivants, ordinairement d'une très petite taille : *Trigonia crenulata*, *Turrilites costatus*, *Ammonites varians*, *A. rothomagensis*, *Spondylus striatus*, *Arca semistriata*, *Avellana cassis*, *Scaphites æqualis*, *S. lacrymosa*, *Terebratula pisum*, *Nautilus Largilliertianus*.

Les couches argileuses qui marquent un niveau aquifère à la partie supérieure de la craie tuffeau contiennent peu de fossiles; on n'y trouve généralement que *Cardium hillanum*, un *Pecten* lisse et quelques petits Oursins.

Ces argiles sableuses sont surmontées par des sables qui forment les pentes supérieures de tous les coteaux du Perche, et présentent les tons les plus riches et les bariolures les plus variées du rouge, du violet, du jaune. Ces sables ocracés sont à gros grain et contiennent souvent de petits galets arrondis de quartz hyalin. Les fossiles n'y sont point abondants; cependant on y en rencontre qui sont très reconnaissables, et qui sont parfois extrêmement bien conservés. Le plus abondant est l'*Ostrea colomba minima* dont le têt siliceux y présente toujours des vermiculures très marquées;

les autres sont : *Ostrea flabellata*, *O. biauriculata* (rare), *O. carinata*, *O. columba* (var. *major*), *Janira phaseola*, *Trigonia crenulata*, *T. sulcataria*.

Quand on s'est élevé au milieu des sables bariolés au haut d'une des collines du Perche, on voit que les sables n'en forment point le revêtement supérieur. Ces collines sont toutes recouvertes par l'argile à silex, mais cette formation, sur laquelle nous reviendrons plus tard, n'y est souvent représentée que par un simple manteau de silex qui en rend le sommet extrêmement aride et rocailleux ; de ces landes stériles où le vent souffle toute l'année et où ne croissent que de maigres fougères et des genêts, la vue s'étend librement sur la contrée et l'on se rend très bien compte de la configuration générale du Perche. On voit s'élever à des altitudes presque égales, une série de mamelons et de collines au sommet nu, entourés sur leurs flancs d'une ceinture de forêts qui croissent sur les sables crétacés ; les pentes inférieures viennent s'unir en formant le pays cultivé, tout entrecoupé d'une multitude de haies, et doucement ondulé en tous sens ; c'est la région des marnes et des calcaires, inférieurs aux sables. Souvent les forêts recouvrent entièrement ces collines et s'étendent à la fois sur les sables et sur la formation d'argile avec silex qui en forme le couronnement : je citerai, comme exemple, dans le département de l'Orne, les collines qui portent le bois de Voré et la forêt de Saussay : les mamelons qu'on dépasse ou qu'on aperçoit en allant de la Loupe à Nogent-le-Rotrou sont au contraire presque tous dénudés à leur partie supérieure ; on retrouve des forêts sur l'argile à silex qui surmonte les coteaux sableux qui courent depuis Saint-Pierre-le-Bruyère jusqu'à Saint-Hilaire, celui que traverse la route de Nogent-le-Rotrou à la Ferté-Bernard, et ceux qui environnent de toutes parts Authon.

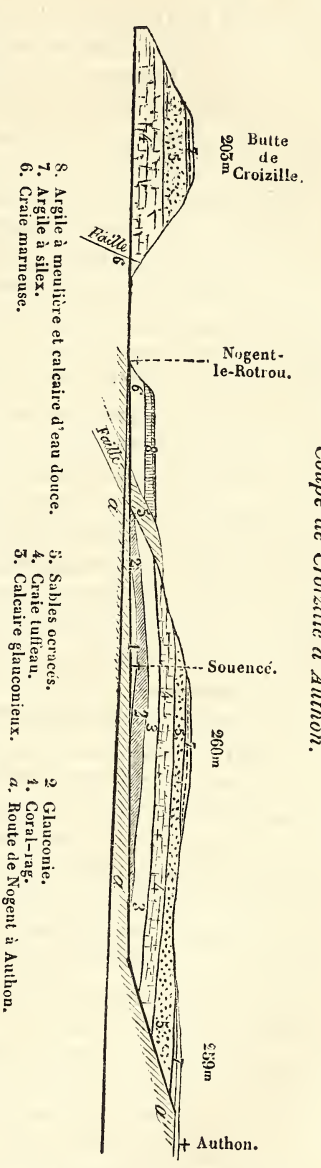
La succession des couches que nous avons constatée sur les pentes des collines du Perche peut s'observer également quand on s'élève sur le grand plateau d'argile à silex, dont le contour tourmenté, mais extrêmement net, forme une limite très tranchée entre la région accidentée des collines du Perche et les grandes plaines du département.

Le massif des couches crétacées qui dans le Perche a été morcelé et découpé en tous sens par de nombreuses vallées est demeuré intact dans la région des grandes plaines, sous l'épais manteau tertiaire qui les recouvre, et la succession des couches crétacées ne peut plus y être observée que dans deux vallées, celles de

l'Eure et du Loir, et dans les excavations artificielles des marnières.

Les sables ocracés forment le contrefort extérieur du grand plateau d'Eure-et-Loir. Ces sables viennent immédiatement affleurer sous l'argile à silex tertiaire qui, dans toute la région occidentale, recouvre la surface même des plateaux ; les couches crétacées supérieures à ces sables n'apparaissent point sur les pentes; les sables se prolongent d'ailleurs sous l'argile à silex à quelque distance du bord du plateau, et on les voit revenir au jour jusqu'à Montigny, à une assez petite distance d'Illiers. L'ensemble complexe des couches crétacées que je viens de décrire représente l'*upper green sand* anglais; j'arrive maintenant à celles qui sont synchroniques au *chalk-marl*.

La couche crétacée qui surmonte les sables ocracés est une couche marneuse exploitée pour chaux hydraulique à Senonches : cette marne est très pure et très blanche, elle contient des bancs de silex très épais, où l'on reconnaît constamment la structure dentelée des polypiers; elle renferme aussi quelques boules de pyrite. Il est assez remarquable que ces caractères empiriques : l'hydraulicité, la structure des silex, la présence des pyrites, se retrouvent partout à ce niveau aux plus grandes distances, par exemple à Vitry-le-Français, à la côte de Vaux, à Reigate, à Lewes en Angleterre.



Les bancs de marne hydraulique avec silex forment la base d'un étage marneux qui ne présente ordinairement d'autres

fossiles que l'*Inoceramus problematicus* et le *Rhynchonella Cuvieri ;* mais ils s'y trouvent constamment associés en même temps qu'isolés et fournissent ainsi un caractère de reconnaissance assez sûr.

La craie à *Inoceramus problematicus* s'étend au-dessous du manteau épais de l'argile à silex qui cache la limite entre cet étage et celui qui le surmonte : toutes les couches du terrain crétacé sont rasées à leur partie supérieure de façon à se terminer en pointe sous le plan général de l'argile à silex ; et l'on ne peut les délimiter qu'à l'aide des marnières qui traversent cette argile pour arriver aux couches de marne. L'étage marneux à *Inoceramus problematicus* se prolonge dans le nord du département depuis Senonches et la Ferté-Vidame jusqu'au delà de Châteauneuf, il s'étend au-dessous des hauteurs boisées qui, assez élevées dans la forêt de Senonches, viennent expirer à Bailleau-l'Évêque ; le long de l'Eure, les marnières de Pontgouin et de Landelles y sont encore creusées ; plus au sud, le ruisseau de Loir et le mouvement de terrain auquel il correspond marquent la limite entre cet étage et l'étage supérieur, qui occupe la rive gauche et où sont creusées les riches marnières de Fruncé, Cernay, Marchéville : on retrouve la craie marneuse dans les marnières des environs de Brou, d'Arrou, d'Unverre, des Autels Villevillon, de la Bazoche ; plus à l'ouest, ces couches vont se relier à celles qui paraissent dans la vallée du Loir et sur lesquelles je reviendrai plus loin.

Au-dessus de la craie marneuse avec bancs de silex polypiers, où les *Inoceramus* sont très abondants, se placent des couches de craie qui donnent une marne de qualité supérieure à l'agriculture et contiennent des Térébratules de plusieurs espèces, *Terebratula Bourgeoisii*, *T. semiglobosa* (la plus abondante), *T. octoplicata*, *T. carnea*, une Térébratule d'espèce nouvelle, *Rhynchonella vespertilio*. On y trouve aussi le *Spondylus spinosus*, et quelques rares *Ostrea proboscidea*, *O. auricularis*. A ces couches exploitées dans les marnières de Fruncé, Marchéville, Cernay, Magny, Amilly, Bailleau-le-Pin, Chuisnes, se superpose la craie blanche avec bancs de silex qui depuis les environs de Chartres forme les flancs de la vallée de l'Eure, et qui ne contient que peu de fossiles, parmi lesquels il faut citer *Ananchytes ovata*, *Micraster coranguinum*, l'*Inoceramus Cuvieri;* à la partie la plus élevée, se placent enfin les bancs à *Cidaris clavigera* des environs de Maintenon.

J'ai énuméré toutes les couches du terrain crétacé qui viennent régulièrement se superposer de l'ouest à l'est dans le département d'Eure-et-Loir ; par la partie occidentale, ce terrain se rattache à la formation crétacée de la Sarthe qui constitue en quelque

sorte un type du terrain de craie tout particulier, dont l'étude approfondie a été l'objet des longs et remarquables travaux de notre collègue M. Triger. Les sables cénomaniens qui dans l'arrondissement de Nogent-le-Rotrou, où j'ai eu à m'en occuper, n'ont encore qu'une épaisseur assez faible, se développent de plus en plus à mesure qu'on avance dans la Sarthe, où M. Triger en a le premier déterminé l'âge et les caractères paléontologiques. C'est ainsi qu'à la gare du Mans, par exemple, on retrouve certains fossiles du tuffeau de Nogent-le-Rotrou dans des couches vertes gréseuses contenant de petits galets quartzeux blancs et noirs, qui par leurs caractères extérieurs même semblent rappeler le Tourtia de Belgique. Si l'arrondissement de Nogent-le-Rotrou forme un trait d'union entre la craie de la Sarthe, qui depuis quelques années à attiré l'attention de tant de géologues distingués, et la craie de la Normandie, l'arrondissement de Châteaudun établit un lien tout semblable entre la craie du nord de la France et celle du bassin de la Loire. La craie s'y montre sur les flancs de la vallée du Loir, à partir de Donnemain et de Marboué, et forme souvent de pittoresques escarpements qui, quoique avec de moindres proportions, rappellent tout à fait les bords de la Loire : dans ces escarpements, on voit des bancs de craie, séparés par d'épais lits de silex, où la structure des polypiers se dessine avec une grande netteté, comme dans ceux de la marne de Senonches; au-dessus des bancs avec silex s'étendent des couches sans fossiles, ordinairement à texture friable et un peu sableuse, fréquemment pénétrées par un réseau compliqué de débris de bryozoaires; cette craie tuffeau est tantôt blanche, tantôt jaunâtre; elle est quelquefois très tendre, quelquefois très endurcie : on y trouve les fossiles suivants : *Spondylus spinosus, Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella vespertilio*, *Terebratula carnea*, des débris d'Huîtres indéterminables, des Oursins, des Trigonies, etc. Ces caractères établissent une grande ressemblance entre la craie du Loir, telle qu'on l'observe à Vendôme, à Châteaudun, et la craie de la vallée de la Loire : partout, en effet, on aperçoit dans cette vallée, au-dessus de bancs de craie avec silex, des couches de craie tuffeau, sans silex ; ces couches, quelquefois très micacées, presque sableuses et passant même par places à des sables véritables, sont quelquefois au contraire formés de calcaires très durs et très compactes; tandis que les bancs à silex polypiers contiennent ordinairement des *Ostrea auricularis*, des Inocérames, des *Ostrea colomba*, la craie supérieure contient des fossiles très nombreux, parmi lesquels je citerai les Trigonies, le *Spondylus spinosus*, *S.*

truncatus, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella vespertilio*, l'*Ostrea auricularis*. Il est inutile de s'étendre beaucoup sur ces comparaisons pour montrer que les couches crétacées depuis Tours jusqu'à Châteaudun appartiennent à un seul et même système; mais en suivant, dans les marnières, la craie depuis la vallée du Loir jusqu'à l'ouest du département, on s'assure aisément que les couches de craie à silex spongiaires de Châteaudun ne sont que le prolongement de l'étage marneux avec silex, exploité pour chaux hydraulique à Senonches et supérieur aux sables rouges crétacés du Perche. Par suite d'une faille on retrouve d'ailleurs, comme un témoin, au milieu des sables et des calcaires glauconieux du Perche les couches marneuses blanches qui leur sont supérieures, à Nogent-le-Rotrou même et sur un espace triangulaire dont cette ville forme un des angles, et dont deux côtés sont dessinés par les ruisseaux qui de Marolles et des Theux descendent vers l'Huisne; on voit à Margon, au-dessous de la chapelle de ce village, la craie avec bancs de silex polypiers et nombreux *Inoceramus problematicus;* dans les carrières de la Plante, on trouve au-dessous d'une argile rouge tertiaire contenant des bancs de meulière et d'une faible couche de marne lacustre contenant quelques veines d'argile et quelques silex :

1° Un calcaire dur, exploité pour pierre de taille, avec quelques petits rognons de silex très noir. Cette couche renferme des *Spondylus spinosus*.

2° Une craie marneuse avec banc de silex noir, exploitée pour chaux et renfermant *Terebratula carnea*, *T. semiglobosa*, *T. octoplicata*, *T.* (*nova species*), *T. Bourgeoisii*, *Ostrea auricularis*.

3° Une marne exploitée pour l'agriculture.

La craie tuffeau du Loir est l'équivalent de la craie marneuse à silex polypiers, qui s'étend jusqu'en Angleterre et y porte le nom de *chalk marl*. En abordant ici la question théorique relative à la limite entre la craie supérieure et inférieure, je rappellerai que beaucoup de géologues, parmi lesquels je dois citer surtout l'auteur de l'*Histoire des progrès de la géologie*, ont à bon droit fait remarquer combien il est difficile de tracer une ligne de séparation précise dans la masse de craie marneuse qui s'intercale entre la craie blanche bien caractérisée et les couches de l'*upper green sand*. On doit pourtant à M. Élie de Beaumont l'observation qu'il existe dans la craie inférieure un horizon très constant de silex polypiers, dont l'importance n'est assurément pas inférieure à celle des bancs qui s'observent dans la craie blanche elle-même. A cet horizon, il faut rapporter entre autres les silex cornus

du département du Nord, les bancs autrefois exploités à Saint-Amand pour les pierres à fusil ; dans le département qui m'occupe, les couches de Senonches. Les bancs à silex polypiers, sont surmontés d'une certaine épaisseur de marne sans silex qui fait encore partie de la craie inférieure. Dans presque tout le bassin du nord de la France et de l'Angleterre, notamment à Reigate et Lewes, sur les falaises opposées de l'Angleterre et de la France, ces couches ne renferment le plus souvent, comme fossiles principaux, que l'*Inoceramus problematicus*, la *Rhynchonella Cuvieri;* dans le bassin de la Loire, la faune en devient au contraire très riche, et elles se remplissent de polypiers, de Térébratules, de Trigonies, d'Oursins.

Terrain éocène. — Le terrain éocène n'apparaît, dans le département d'Eure-et-Loir, que sur une faible étendue aux environs de Dreux. Il faut rapporter à l'argile plastique les dépôts d'argile réfractaire d'Abondant. Cette argile a des teintes qui varient du blanc au jaune et au violet. La partie blanche a une épaisseur très inégale qui varie de quelques pouces à 5 ou 6 pieds ; on la tire par de petits puits qui ont 6 à 10 mètres de profondeur, et sont creusés dans une argile brune sableuse. On retrouve l'argile plastique avec les mêmes caractères à Ollement, près d'Houdan ; elle y renferme de la pyrite en assez grande abondance. L'argile plastique n'est qu'à l'état rudimentaire de Rouvres à la chaussée d'Ivry et Gainville ; elle est recouverte dans toute cette région par le calcaire grossier. On retrouve à la base de ce calcaire les sables coquilliers ou à grains verts, tels qu'on les voit à la base de ce terrain dans les environs de Paris. Sur les couches supérieures du calcaire grossier s'étendent les sables moyens, depuis la chaussée d'Ivry jusqu'au delà d'Houdan. Au-dessus s'élèvent les couches du calcaire lacustre inférieur, auxquelles succèdent enfin les sables de Fontainebleau.

Terrain miocène. — L'étage des sables de Fontainebleau occupe dans le département une étendue beaucoup plus grande que le terrain éocène. Ces sables s'étendent jusqu'à la rive gauche de l'Eure, et se retrouvent même à Nogent-le-Roi sur la rive droite. A partir de Maintenon, on les voit, le long de la vallée de la Voise, dominer la craie blanche, et depuis le gué de Longroy, ils constituent eux-mêmes le fond de la vallée jusqu'à Aunay-sous-Auneau. Une puissante couche de poudingue de silex blancs, parfaitement arrondis et reliés par un ciment de sable siliceux agglutiné, s'intercale dans cet étage le long de la vallée de la Voise. On rencontre ce poudingue près d'Armenonville ; il forme de

puissants bancs de rochers à Levainville, Garnet et aux environs d'Auneau. De puissantes exploitations de grès sont ouvertes dans l'étage des sables aux alentours d'Épernon. En s'élevant sur les coteaux qui entourent cette petite ville, on voit, au-dessus des sables et des grès, l'argile à meulières supérieure qui couronne les hauteurs, et sert de sous-sol aux grandes forêts qui s'étendent d'Épernon à Rambouillet. Cette meulière est l'objet d'une fructueuse exploitation. Géologiquement elle doit être considérée comme la partie supérieure du calcaire de Beauce. Partout où ce calcaire a été décomposé par les eaux siliceuses dans toute son épaisseur, il ne reste au-dessus des sables de Fontainebleau que le terrain à meulières. Quand la décomposition n'a pas entamé toute l'épaisseur, il reste au-dessous de l'argile à meulières du calcaire et de la marne lacustre qu'on exploite souvent par des puits creusés à travers la meulière, notamment sur le plateau qui sépare Rambouillet de Trappes ; mais le phénomène qui a donné naissance à la formation de l'argile à meulières ne s'est pas exercé sur toute l'étendue du bassin lacustre où s'était déposé le calcaire de Beauce, et l'on peut remarquer que la limite des argiles à meulières ne s'écarte pas beaucoup de celle des sables de Fontainebleau eux-mêmes.

Le calcaire de Beauce recouvre toute la partie sud-est du département ; il se trouve exactement limité à peu près parallèlement au cours de l'Eure par une ligne tirée de Gallardon à Morancez, et plus au sud par le cours même du Loir. Dans le bassin lacustre de la Beauce se sont déposés des calcaires d'une grande pureté, des calcaires siliceux, des marnes blanches, quelquefois verdâtres, des lits de silex de couleur diverse qui atteignent quelquefois une épaisseur assez grande, des brèches calcaires. Sur les bords du bassin, on trouve assez fréquemment des grès calcarifères exploités pour pavés (Allonnes, Moriers), et des brèches siliceuses dont les parties, de grosseur variable, sont reliées par un ciment siliceux ou calcaire. Parmi les carrières de calcaire, il faut citer celle de Berchères qui a fourni les matériaux de construction de la cathédrale de Chartres. Le calcaire y est jaunâtre, à cassure esquilleuse et sans fossiles. A l'air, il devient un peu caverneux, parce que les diverses parties subissent très inégalement les influences atmosphériques. A Rosay, près Berchères, on exploite un calcaire gris, un peu bréchiforme, avec fragments marneux. A Moutiers-en-Beauce, on voit un calcaire bréchiforme à fond jaune clair, avec fragments presque arrondis, grisâtres. Ce calcaire est très compacte et sans fossiles ; c'est celui de la carrière du Bois-Brûlé.

A la manière du Chêne située dans la même commune, on tire à 15 mètres de profondeur un calcaire jaunâtre compacte avec *Helix*. Dammarie présente une particularité intéressante : on y trouve une couche de chaux carbonatée radiée, de $0^m,20$ d'épaisseur environ, mamelonnée à la surface, au-dessus d'une marne blanche.

Les carrières de Praville et des environs donnent un calcaire bréchiforme à très grandes parties. Les rognons sont rattachés par des parties onduleuses, et sont formés eux-mêmes d'une brèche grise à fond gris plus foncé, ayant parfois l'air grossièrement oolithique, ainsi que des calcaires jaunâtres compactes, avec veines de silex calcédonieux blanc, taché de parties jaunes. Sous le calcaire se trouve une marne avec rognons de silex calcédonieux. Ce calcaire contient des *Planorbes*. On trouve aussi à Ymonville un calcaire à *Planorbes*, gris foncé, bréchiforme, à fragments jaunâtres.

A Guillonville, le calcaire est gris compacte et contient d'abondantes *Helix;* on y trouve aussi un calcaire jaunâtre bréchiforme, avec fragments d'une brèche plus fine, noire et jaune. Le calcaire à *Helix* est bien développé aux environs d'Orgères.

On trouve d'autres brèches également curieuses à Gas où le calcaire bréchiforme est à parties jaunes et grises. Ces dernières sont formées elles-mêmes d'une brèche plus fine et contiennent des *Lymnées*. A Saint-Georges-sur-Eure, l'on voit un calcaire à parties jaunes et rougeâtres, avec petits nids de fer oxydé et un calcaire rouge avec rognons de brèche calcaire grise. A Romilly-sur-Aigre, un calcaire très bréchiforme, avec parties jaunes, blanches, contient des débris de silex noirâtre provenant sans doute de la craie.

Il est difficile de tracer des divisions constantes dans la formation lacustre de la Beauce, et, à vrai dire, de pareilles divisions seraient en contradiction avec la nature ; on voit la marne passer à une certaine distance au calcaire, celui-ci au calcaire siliceux, ce dernier au silex pur. La seule division nette que je puisse indiquer est celle qui sépare le calcaire de Beauce de l'argile à meulière supérieure ; mais il est un autre terrain qui joue dans le département un rôle aussi considérable que le précédent, et dont il importe d'établir la relation avec eux ; je veux parler de l'argile à silex.

Cette formation se compose d'argiles plastiques grises, verdâtres, blanches et rouges, contenant de puissants lits de silex, et des amas de sable grossier, quelquefois aggloméré en grès, dont on

reconnaît facilement encore l'origine granitique. Le sable quartzeux n'est pas toujours en amas isolés ; il est souvent mêlé avec l'argile, et donne alors des glaises sableuses qui ont parfois une extrême finesse. Le sol des forêts de la Ferté-Vidame et de Senonches est formé par cette glaise argileuse. On y rencontre aussi de puissantes masses de sable où l'on aperçoit encore en fortes ondulations la trace des courants qui ont régné pendant le dépôt.

L'argile à silex forme le sol de toute la région qui termine vers l'ouest, en s'élevant insensiblement, les grandes plaines d'Eure-et-Loir ; elle y atteint une épaisseur de 25 à 40 mètres. Dans le Perche même, autour de Nogent-le-Rotrou, toutes les collines dont les pentes supérieures sont formées de sables crétacés sont couvertes à leur sommet par un dépôt de cailloux siliceux. L'argile à silex s'étend dans le sud du département jusqu'au Loir qui le sépare du calcaire de Beauce, et dans le nord on le rencontre dans tout le bassin de l'Eure, au-dessus de la surface ravinée de la craie. Toutes les marnières sont creusées dans ce dépôt dont l'épaisseur atteint jusqu'à 40 mètres.

En descendant dans les marnières, on voit que le terrain a, dans sa plus grande épaisseur, l'aspect d'un dépôt très régulier ; les silex y forment de véritables bancs bien réglés, entre lesquels s'intercalent des argiles très plastiques et souvent d'une extrême pureté. Ces allures normales du terrain contrastent singulièrement avec l'impression qu'en laisse l'examen, quand on ne l'étudie qu'à la superficie du sol et dans les vallées. Là en effet, surtout sur les pentes un peu fortes, les silex sont brisés, accumulés en désordre ; les argiles ont pris une coloration rouge très prononcée, et l'ensemble de ces caractères rappelle involontairement à l'esprit ceux de vrais dépôts diluviens. C'est à l'influence seule des agents atmosphériques qu'il faut attribuer l'état où l'on trouve l'argile à silex dans toutes les vallées, sur les pentes pierreuses par où l'on s'élève dans les grandes forêts de Senonches et de la Ferté-Vidame, et sur le sommet des collines tertiaires du Perche.

Quelle est la position géologique précise de ce singulier dépôt qui, par l'absence de fossiles, par ses caractères généraux, tient une place si particulière parmi tous ceux de notre bassin tertiaire ? La solution de cette question m'a, je l'avoue, causé de très grands embarras. Certains géologues ont mis l'argile à silex sur l'horizon des sables de Fontainebleau. Je n'ai pu m'arrêter à cette opinion, parce que l'argile à silex est en certains points supérieure aux calcaires et aux marnes lacustres de la Beauce, notamment aux environs de Bonneval. Beaucoup de géologues ont cru aussi que le

terrain d'argile à silex n'est que le résultat d'une décomposition en place de la craie sous-jacente. Sans doute certains caractères du dépôt confirment une telle opinion, les silex en bancs dans l'argile rappellent tout à fait par leurs formes ceux des lits de la craie; mais en même temps que le dépôt contient des matériaux qui peuvent provenir des terrains inférieurs, il en renferme d'autres qui ont été évidemment transportés d'une grande distance, je veux parler des sables granitiques si fréquents dans l'argile à silex qu'ils en forment une véritable partie constituante. Si l'on se rappelle d'ailleurs que le terrain des argiles à meulières supérieures au calcaire de Beauce contient souvent du sable granitique, si l'on met en regard les argiles vertes qu'elles renferment avec les argiles verdâtres de la formation d'argile à silex, on sera au contraire amené naturellement à considérer l'argile à silex comme synchronique au terrain de l'argile à meulière supérieure. Il ne serait pas impossible que la partie inférieure du terrain fût contemporaine du calcaire de Beauce lui-même ; on voit dans certains points de la Beauce, à Berchères par exemple, des marnes verdâtres qui n'auraient besoin que d'une coloration un peu plus forte et d'un appauvrissement notable en calcaire pour ressembler aux argiles intercalées entre les lits de silex de la formation qui recouvre la partie occidentale du département. Il est d'ailleurs digne de remarque que les sables granitiques ne se trouvent que dans les couches argileuses supérieures de la formation, et qu'au-dessus des bancs réguliers de silex, il y a en réalité une zone où les silex sont plus petits, brisés, et se trouvent fréquemment réunis en poudingues par un ciment siliceux ou ferrugineux. Je pense donc que la partie inférieure du terrain est synchronique du calcaire de Beauce, et que la partie supérieure seule est contemporaine des argiles à meulières supérieures. Ce terrain n'est pas une simple décomposition de la craie, puisqu'il recouvre souvent des assises tertiaires et même jurassiques ; il a sa place marquée dans les terrains tertiaires, et doit être, comme je viens de l'indiquer, subdivisé en deux parties distinctes dont le contact est du reste aussi difficile à délimiter exactement que celui du calcaire lacustre et des argiles à meulières supérieures qui en sont les termes correspondants.

Je dois signaler, à la partie supérieure de la formation, la présence d'un minerai de fer hydroxydé, exploité dans certains points de la forêt de Senonches et dans les environs de Verneuil (ainsi que dans le département de l'Eure). Ce minerai, mélangé de silex, se trouve seulement par places très irrégulières : il paraît être dû à

une simple concentration accidentelle des éléments ferrugineux répandus dans la formation.

Outre les terrains miocènes que je viens de décrire, je dois mentionner un bassin isolé qui me paraît être de même âge, et qui, à Nogent-le-Rotrou, se trouve exactement délimité par le système de failles qui ont abaissé la craie marneuse supérieure aux sables cénomaniens au niveau de la craie glauconieuse. En donnant la coupe de la carrière de la Plante, j'ai déjà indiqué l'existence de ces couches tertiaires formées à la base par une faible épaisseur de calcaire d'eau douce, et à la partie supérieure par une argile rouge et grise très compacte, contenant des bancs de meulière qui récemment ont été l'objet d'une exploitation régulière. Cette argile a jusqu'à 20 mètres d'épaisseur.

Au-dessus du calcaire de Beauce se place dans la série géologique l'étage des faluns. Dans la forêt d'Orléans, ils sont représentés par des sables contenant les mêmes galets roulés de quartz blanc que les falunières de Sainte-Maure et de Manthelan. Le rapprochemeut des faluns et des sables de l'Orléanais, indiqué pour la première fois par M. Desnoyers, a été mis hors de contestation par la découverte faite dans ces sables d'ossements de mammifères qui font partie de la faune des faluns. Les sables de l'Orléanais qui recouvrent le calcaire avec *Helix*, souvent percé de trous de Pholades, se prolongent jusqu'à Chevilly, où l'on a trouvé le *Dinotherium Cuvieri*, des restes de Mastodontes, de Rhinocéros et de ruminants ; cette localité touche de très près les limites du département d'Eure-et-Loir. Aux environs mêmes de Janville, j'ai trouvé des dépôts argilo-sableux de peu d'importance que je rapporte à l'époque des faluns. A Armemenonville-le-Sablon il y a un dépôt tout semblable de glaise et de sable grossier. Tout récemment on a trouvé à Auneau, près d'Orgères, des dents de *Mastodon tapiroides*, ce qui indique encore un dépôt du même âge.

Terrain pliocène. — Le terrain pliocène est représenté, en suivant l'ordre chronologique, en premier lieu par les sables de Saint-Prest, et ensuite par le limon des plateaux.

Les sables de Saint-Prest, exploités à quelque distance de Chartres sur le bord de l'Eure, n'ont pourtant rien de commun avec les dépôts diluviens proprement dits, auxquels a donné naissance le phénomène de creusement des vallées ; ils remplissent une dépression latérale à la rivière qui devait déjà exister avant l'approfondissement de la vallée de l'Eure. La coupe de la sablière laisse voir au-dessous d'une très grande épaisseur de limon, des plateaux, en premier lieu des bancs de galets siliceux, ensuite

du sable blanc mêlé de galets, enfin du sable blanc très fin. Dans toute la sablière, sauf dans les sables fins inférieurs, il y a de gros blocs usés de silex, de grès, quelquefois de poudingues siliceux. Certaines zones, notamment dans la partie inférieure, contiennent des parties feldspathiques mélangées avec des grains de quartz hyalin. Je dois à l'obligeance de M. Lartet la détermination des mammifères trouvés à Saint-Prest, et collectionnés par M. de Boisvillette, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Chartres.

Fossiles de Saint-Prest de la collection de M. de Boisvillette (déterminés par M. Lartet).

1° *Elephas meridionalis*, Nesti, représenté par un grand nombre de dents, des mâchoires et quelques fragments d'os longs.

2° *Rhinoceros*... une ou deux espèces représentées par quelques dents isolées et des os d'extrémité très élancés. L'une des espèces paraîtrait se rapprocher du *Rhinoceros* qui accompagne, dans le val d'Arno, l'*Elephas meridionalis*.

3° Une dent prémolaire d'*Hippopotame*, probablement l'*Hippopotamus major*.

4° Quelques dents d'un *Cheval* qui paraît être le même que l'*Equus arnensis ?*.

5° Un grand *Bœuf*, représenté par des dents et des portions de cornes, etc. — Un petit *Bœuf* représenté par des dents, de moindre taille que les grands bœufs d'une époque postérieure.

6° Un *Cerf* de très grande taille à en juger par des portions de bois et d'os long, et deux molaires supérieures. Par la forme de ces dents, ce Cerf se rapprocherait de l'Élan ; mais ce rapprochement ne serait pas confirmé par la forme des bois.

7° Un *Rongeur* de grande taille représenté par un crâne et des os du pied.

Nota. Dans une note adressée à la Société géologique le 6 novembre 1848, M. de Boisvillette avait mentionné de plus des restes d'*Antilope*, de *Morse* et de *Carnassiers*, mais ils n'ont jamais été l'objet d'une détermination spécifique.

Je rapporte à la même période que les sables de Saint-Prest les sables exploités dans quelques localités aux environs de Chartres, à Archévilliers, près de Nogent-le-Phaye. Ces sables surmontent le terrain d'argile à silex, et présentent une certaine ressemblance minéralogique avec ceux de Saint-Prest ; je n'y ai pas trouvé de restes fossiles.

La partie supérieure du terrain pliocène est formée par le limon des plateaux qui recouvre comme un manteau une très grande

partie du département. Ce limon est ordinairement formé à sa base par une argile jaunâtre calcaréo-sableuse, contenant des débris de silex plus ou moins abondants. Ce limon caillouteux est recouvert par du limon pur. Cette formation a une épaisseur qui varie de 1 à 3 ou 4 mètres. Un grand nombre de briqueteries emploient le limon des plateaux; on en trouve au milieu de la Beauce, à Janville par exemple, aux environs de Chartres, de Dreux, et jusque sur les hauteurs de la forêt de Senonches et de la Ferté-Vidame. Pourtant, dans la région occidentale du département, le limon ne forme plus que des lambeaux de plus en plus rares, à mesure qu'on s'élève vers l'extrémité du grand plan incliné qui se termine au Perche proprement dit. Cette région, qui n'est ni le Perche ni la Beauce, portait autrefois le nom de Perche-Gouet. Le sol végétal n'y est formé qu'aux dépens de l'argile à silex; cette région si différente du Perche par sa topographie, contraste par son humidité, par la présence des arbres fruitiers et des forêts, avec les grandes plaines à céréales de la Beauce, si nues et si monotones. Ces riches plaines sont sur presque toute leur étendue recouvertes par le limon des plateaux, et ce n'est que dans les ondulations des vallées qu'on retrouve les terrains sous-jacents.

Une des particularités les plus dignes de notice que je puisse citer relativement au limon des plateaux, c'est la présence accidentelle d'une argile plastique grise ou blanche qui est parfois d'une extrême pureté. L'argile de Poisvilliers, exploitée comme terre à pipe près de Chartres, n'est qu'un accident du limon des plateaux; elle contient comme lui de petits fragments anguleux de silex; c'est une terre très grasse avec quelques bariolures noires. Il faut encore citer les argiles blanches d'Archevilliers et de Nogent-le-Phaye, supérieures à des sables blancs contemporains de ceux de Saint-Prest.

En suivant l'ordre chronologique des dépôts, j'arrive à ceux qui se sont formés dans les vallées actuelles. Ces dépôts consistent en sables et graviers siliceux, en limon avec fragments de silex et en limon sans silex. Le terrain diluvien n'a d'ailleurs qu'une très médiocre importance dans la partie des vallées du Loir et de l'Eure soumise à nos recherches. Dans la vallée du Loir, on ne trouve que des graviers siliceux mélangés d'un peu d'argile; dans la vallée de l'Eure, le diluvium sablonneux et graveleux, depuis les sources jusqu'au delà de Chartres, a été évidemment formé aux dépens du terrain d'argile à silex. A partir de Saint-Prest, on trouve une faible épaisseur de limon dans le fond et sur les flancs

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DES PROVINCES BASQUES
par M.M. de Verneuil, Collomb et Triger.

Gravé chez Avril f.es r. des Bernardins 18

des vallées, tantôt pur, tantôt mélangé de petits silex anguleux qui parfois forment de véritables lits dans le limon.

Parmi les dépôts tout à fait modernes, il faut citer les tourbières situées entre Nottenville et Donnemain, dans la vallée de la Conie, ruisseau très remarquable par la périodicité à peu près décennale de ses crues, et les tourbières beaucoup moins importantes de la vallée supérieure de la Voise.

M. Hébert fait quelques remarques sur la communication de M. Laugel.

M. Meugy demande si M. Laugel a trouvé dans les argiles à meulières et parmi les meulières mêmes du département d'Eure-et-Loir, les mêmes faits qu'il a déjà signalés au nord du bassin de Paris.

M. Laugel répond affirmativement.

M. le marquis de Vibraye dit qu'il est bien difficile de déterminer l'âge des argiles à silex d'Eure-et-Loir, car ces argiles sont sans doute de plusieurs âges.

M. Michelot fait remarquer que M. Laugel vient de signaler des couches d'argile plastique très superficielles dans le département d'Eure-et-Loir, et il rappelle que M. Passy a de même indiqué dans le département de l'Oise des argiles plastiques tout à fait superficielles qui appartiennent à l'âge du Ihem.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Note sur une partie du pays basque espagnol, accompagnée d'une carte; par MM. de Verneuil, Collomb et Triger (1); *et suivie d'une description de quelques Échinodermes;* par M. G. Cotteau (pl. IV).

A l'époque déja éloignée où M. Dufrénoy parcourait les Pyrénées pour en étudier le versant méridional, les dépôts nummulitiques étaient généralement confondus avec la craie supérieure. Cet illustre savant n'essaya point de les en séparer, et les travaux qu'il publia, si excellents et si justement admirés qu'ils soient,

(1) L'impression de ce mémoire communiqué dans la séance du 21 mars 1859, 2e série, t. XVI, p. 558, a été retardée par un voyage des auteurs.

ne nous donnent aucun moyen de faire cette distinction, devenue nécessaire aujourd'hui.

Dans un rapide voyage à travers la Catalogne et dans une coupe de Saragosse aux Pyrénées françaises, nous avions cru reconnaître, il y a quelques années, que, sur le versant espagnol, la zone coloriée en jaune, comme craie supérieure, par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, dans la grande carte géologique de la France, ne comprenait guère que des couches nummulitiques ; aussi, lorsque nos amis sir Roderick Murchison et plus tard M. Dumont nous demandèrent une esquisse de l'Espagne pour l'insérer dans leurs cartes géologiques de l'Europe, nous coloriâmes, comme nummulitique sur le versant sud des Pyrénées, toute la bande jaune de la carte de la France. Plus tard, en relisant le mémoire de M. Dufrénoy sur la craie des Pyrénées espagnoles (1), nous reconnûmes que, sous la teinte jaune, il avait compris à la fois les couches avec Ananchytes et Micraster et celles à Nummulites, et que, loin de voir entre elles aucune différence stratigraphique, il les avait considérées comme identiques. C'est ainsi que dans la vallée de l'Essera il dit avoir rencontré des couches remplies de *Nummulites*, d'*Ananchytes* et de *Pecten quinquecostatus*. D'ailleurs, en parcourant le pays sa carte à la main, on reconnaît facilement que si la zone coloriée en jaune est en grande partie nummulitique, elle embrasse cependant aussi des étendues assez considérables où ce groupe manque et où il n'existe que de la véritable craie.

Le secours qui nous manquait de la part de M. Dufrénoy ne nous vint pas non plus des géologues qui l'ont suivi. Les auteurs espagnols qui ont étudié cette contrée, tels que MM. Amalio Maestre, Ezquerra, Collette, n'ont fait aucune distinction entre la craie et les couches nummulitiques.

Embarrassés pour colorier cette partie de l'Espagne sur la carte ou plutôt sur l'esquisse géologique dont nous nous occupons depuis plusieurs années, nous résolûmes de la visiter nous-mêmes.

En commençant de préférence par les provinces basques, nous avions en vue de rechercher comment et où se termine vers l'ouest la grande et large bande de dépôts nummulitiques que nous avions déjà étudiés entre Figuères, Gérone, Olot et Vique, et qui suit la base des Pyrénées, depuis les bords de la Méditerranée. Nous l'avions traversée dans le haut Aragon entre Huesca et Viezcas, et nous savions qu'elle arrivait jusqu'à Pampelune. D'un

(1) *Annales des mines*, 1832.

autre côté, guidé par M. Paillette (1), l'un de nous avait retrouvé les Nummulites à San-Vicente de la Barquera et à Columbres sur le littoral de l'Océan à l'O. de Santander. Mais entre ces deux points il y a une large surface où la craie n'est jamais recouverte. La reconnaissance des limites et de l'étendue de cet isthme crétacé, qui sépare le lambeau de San-Vicente de la Barquera de la grande bande nummulitique orientale, fut donc le but principal du voyage.

Les provinces basques (Biscaye, Alava et Guipuzcoa) sont aussi remarquables par la richesse de leur sol, l'activité intelligente de leurs habitants, que par les lois et le gouvernement particulier qu'elles se sont donnés et qu'elles ont su conserver. Les voies de communication y sont plus nombreuses que dans le reste de l'Espagne, les auberges y sont meilleures, les aubergistes plus empressés, et l'on y voyage avec une sécurité aussi complète qu'en France. Sous ce rapport, elles offrent un contraste frappant avec les montagnes de la province de Murcie que nous avions visitées dans notre précédente excursion.

Bilbao, où nous nous rendîmes par la diligence de Bayonne, fut notre point de départ pour les observations géologiques. Nous y trouvâmes, comme nous l'avions espéré, à acheter quelques cartes, une de Biscaye publiée en 1846 par M. Loizaga et deux de la province d'Alava par M. le colonel Coello et M. Martin Saracibar. Nous y fûmes très bien accueillis par le professeur M. Fernando Mieg, qui nous fit les honneurs du Musée d'histoire naturelle et nous y montra les collections déposées par M. Collette à l'appui de son mémoire sur la géologie de la Biscaye (2). Nous reconnûmes, ainsi que l'avait déja fait l'un de nous en 1849 (3), que les corps qu'il a appelés Nummulites sont de vrais Orbitolines, et que la plus grande partie de la province appartient à la formation crétacée ; mais il restait à rechercher de quels étages

---

(1) Ce géologue distingué, notre collègue et notre ami, est mort récemment dans toute la force de l'âge, mais sa mémoire vivra longtemps dans cette belle province des Asturies qu'il aimait avec passion, dont il a fait connaître la géologie et qui lui doit une partie de sa prospérité industrielle.

(2) *Riconocimiento geologico del senorio de Viscaya*, in-8, avec carte, 1848.

(3) Voir, à ce sujet, l'excellent et savant résumé que M. d'Archiac a fait des travaux publiés sur la craie de l'Espagne. C'est sans contredit ce qu'il y a de plus complet (*Hist. des prog. de la géol.*, vol. V, p. 26).

celle-ci se compose et à quels horizons correspondent ces étages.

M. Collette distingue en Biscaye sept groupes qu'il désigne par des noms de localités. Le peu de fossiles qu'il y a trouvés, la présence des mêmes espèces dans différents groupes et le doute qu'il laisse planer sur la superposition réelle de plusieurs d'entre eux, ne nous permettaient pas de les admettre. C'est sur le terrain que la question devait être étudiée, et nous résolûmes de faire une coupe transverse à la direction des couches en partant des bords de la mer et en nous dirigeant au sud vers le mont Gorbea et la province d'Alava.

Accompagnés de M. le professeur Mieg, nous nous rendîmes à Portugalete, jolie petite ville située à l'embouchure de la rivière de Bilbao, et qui est le port principal de la province. Nous suivîmes la rive gauche du fleuve et nous explorâmes la falaise qui se prolonge sur le bord de la mer. Elle est composée d'un calcaire dur compacte, alternant par fois avec un grès très résistant, dont certains bancs, d'un mètre environ de puissance, font saillie et pourraient, de loin, être pris pour des filons de roche éruptive. Cet ensemble de couches, auxquelles s'ajoutent souvent des schistes fort épais de l'époque crétacée, se suit le long du littoral jusqu'au delà de Santander d'une part et jusqu'à Saint-Sébastien et la frontière de France d'autre part, affectant, sur les points que nous avons visités, une direction à peu près de l'O. à l'E. Les strates ne sont jamais horizontaux, mais, au contraire, fortement relevés, souvent verticaux, disloqués, brisés et coupés par des failles.

En décrivant, il y a quelques années, les environs de Santander, l'un de nous y avait déterminé plusieurs horizons correspondant à différents étages du terrain crétacé (1). Il était intéressant de savoir auquel de ces étages appartenait la craie de Portugalete, et pour cela il nous fallait y recueillir des fossiles. Après quelques recherches infructueuses nous découvrîmes un gisement assez riche, situé dans une petite crique battue par les flots, à un demi-kilomètre environ à gauche de l'extrémité de la jetée. Le calcaire en est dur, caverneux et d'un brun foncé; les fossiles, souvent à l'état de moules, sont assez nombreux, mais difficiles à déterminer.

Voici la liste des espèces que nous avons pu reconnaître :

Sphærulites foliaceus, Lam.
Caprina Verneuili, Bayle (2).

---

(1) Ed. de Verneuil. *Del terreno cretaceo en Espana* (*Revista minera*, vol. III, p. 339, 360, 464).

(2) Cette espèce, assez voisine du *Radiolites polyconilites*, d'Orb.,

Radiolites lumbricalis. d'Orb.
Caprina semistriata, d'Orb.
Requienia lævigata, d'Orb.
Ostrea carinata, Sow.
— grande espèce qu'on trouve à Santander avec la *R. lævigata*.
Rhynchonella contorta, d'Orb.
Cidaris vesiculosa. Goldf.
Pygaster truncatus, Agass.
Pseudodiadema granularis, Desor.

Il ne peut y avoir aucune incertitude sur l'étage que ces espèces caractérisent ; rien ne rappelle mieux, en effet, soit la zone à Caprines des Perrais près le Mans, soit les couches d'Aix, de Rochefort et d'Angoulême, à *Caprina adversa*, et à *Sphærulites foliaceus*, c'est-à-dire la partie supérieure du groupe cénomanien ou le quatrième étage (la base) de la craie tuffeau, telle que la comprend M. d'Archiac. Nous avions déjà signalé cet horizon dans la baie de Santander, et nous y avions rapporté les calcaires sur lesquels la ville même est bâtie.

Pour rentrer à Bilbao, nous ne suivîmes pas le bord gauche de la rivière, mais nous fîmes un détour au sud-ouest pour visiter les célèbres mines de fer de Somo-Rostro en passant par San-Urse, Nocedal et San-Juan-de-Somo-Rostro. Le fer à l'état d'oxyde s'y trouve en masses puissantes et pour ainsi dire inépuisables. Il ne paraît pas avoir une origine ignée et provient sans doute de sources chargées de fer qui s'est déposé en arrivant au jour par l'évaporation du dissolvant. Le minerai est superficiel ; il couvre comme un chapeau une série de collines ou de petites montagnes entièrement formées de calcaire à *Requienia lævigata*. Les sources paraissent s'être frayé un passage à travers ce calcaire et peuvent ne dater que de l'époque tertiaire. Le minerai est exploité en grand, à ciel ouvert, sans beaucoup d'ordre ni de méthode, sur une étendue d'environ 2000 mètres entre le mont Triano et Baracaldo. On l'extrait de cavités irrégulières creusées dans les bancs calcaires redressés et qui les pénètrent souvent jusqu'à une grande profondeur. Il n'est pas traité sur le lieu même, mais une partie alimente dans les provinces basques un grand nombre de forges situées sur les cours d'eau, tandis que l'autre est exportée sur une grande échelle en Angleterre et en France (1).

---

la représente en Espagne où elle est très commune, et y caractérise des couches du même âge. Elle sera décrite et figurée dans la belle monographie que prépare M. Bayle sur les Rudistes.

(1) Des mines de fer de même origine se rencontrent souvent dans

Le 20 septembre 1858, après avoir pris deux guides et quatre chevaux, nous partîmes de Bilbao pour commencer notre exploration dans la direction du sud-sud-est, afin de gagner d'abord le sommet du mont Gorbea, point le plus élevé du pays. Dans tous nos voyages précédents en Espagne, nous avions eu soin de nous munir d'instruments de précision pour mesurer les altitudes; malheureusement cette fois-ci les baromètres que nous avions emportés de Paris arrivèrent cassés à Bayonne; nous n'avions pas le temps de les faire réparer et c'est avec regret qu'il nous a fallu renoncer à nous en servir.

Le mont Gorbea est situé à moitié chemin entre Bilbao et Vitoria. La route que nous suivîmes traverse un grand système de roches crétacées, composé de schistes, de psammites micacés et de calcaires bleuâtres ou d'un gris foncé tirant sur le noir.

Les schistes sont ordinairement dépourvus de fossiles; nous n'y avons trouvé qu'un seul exemplaire d'Ammonite (probablement l'*A. navicularis*, Mantell), au bord de la route entre Areta et Orosco, tandis que les calcaires sont pétris de Caprotines ou *Requienia*. Ces derniers forment trois bandes subordonnées aux schistes et aux psammites. Nous rencontrâmes la première près de Bilbao, à la jonction du chemin de Durango et de celui d'Orduña, la seconde à un kilomètre au sud d'Arricoriaga et la troisième à Areta. Cette dernière est la plus large et sa direction qui est à peu près du N. 35° O. au S. 35° E. est aussi celle qu'affectent principalement les schistes.

A Areta nous prîmes la route de Vitoria et la suivîmes jusqu'à Orosco, d'où nous nous dirigeâmes par des sentiers vers le village d'Ibarra où nous couchâmes. Le village est au pied du mont Gorbea dont la hauteur, suivant la carte de M. Coello, serait de 1512 mètres. Cette montagne est composée de deux roches différentes qui constituent pour ainsi dire deux sommets : l'un est entièrement calcaire, l'autre est arénacé. Leur forme contraste aussi bien que leur composition. Dans le premier, situé au nord, les calcaires durs et compactes donnent lieu, soit à des escarpements inaccessibles, de couleur grise ou blanchâtre, soit à des espèces

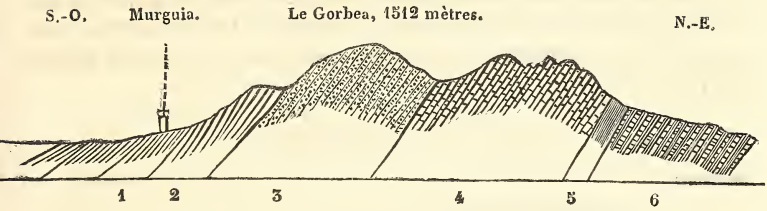
---

le terrain crétacé de l'Espagne, mais sur une moindre échelle. Dans son bel ouvrage sur la géologie agricole de la province de Castellon de la Plana, ouvrage couronné par l'Académie des sciences de Madrid, notre ami, M. Vilanova, en cite plusieurs qui sont situées dans le district d'Alcala de Chivert (*Memoria geognostico-agricola sobre la provincia de Castellon*, p. 34, Madrid 1859).

de cratères d'effondrement, profonds, secs et arides; dans le second, les grès, faciles à désagréger, se terminent par une coupole arrondie et couverte de gazon. On y voit quelques rares Orbitolines, tandis que dans les calcaires il y a des *Requienia* et des bancs de marnes schisteuses pleines de polypiers appartenant pour la plupart au genre *Thamnastræa*.

Voici la coupe de cette montagne :

Coupe du mont Gorbea.



1. Marnes bleues, à Ananchytes.
2. Calcaire argileux impur, à Orbitolines.
3. Grès quartzeux jaune, avec quelques rares Orbitolines.
4. Calcaire avec *Requienia* à la base.
5. Marnes à polypiers.
6. Schistes et psammites.

Murguia est le premier village un peu important que nous rencontrâmes en descendant du Gorbea; il est situé sur la grande route de Bilbao à Vitoria, en dehors de la région montagneuse, et séparé seulement de la plaine crétacée qui entoure cette dernière ville par la Sierra d'Arratro.

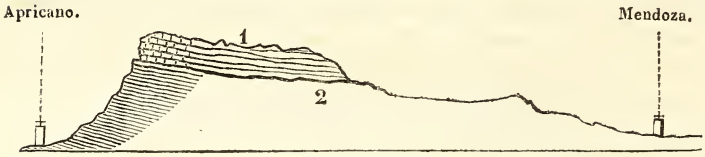
Le calcaire à Orbitolines qui forme la base méridionale du Gorbea disparaît en approchant de Murguia, et est remplacé par un calcaire argileux ou par des marnes bleuâtres remplies d'Ananchytes et de Micraster (*Ananchytes gibba* et *Micraster brevis*), et renfermant aussi des fucoïdes et une Térébratule voisine de la *T. striatula* (Mantell).

Nous suivîmes ces dépôts à échinodermes du côté de Domaiquia, village près duquel ils sont coupés par trois filons de plomb sulfuré en exploitation; puis traversant la Sierra de Arratro composée d'un calcaire plus dur encore, qui est caractérisé par des Ananchytes, nous descendîmes par Hueto et Mendoza dans la grande plaine de Vitoria où les marnes bleues deviennent horizontales. Elles sont généralement très riches en échinodermes et, à l'O. de Mendoza, on y trouve une quantité extraordinaire de *Micraster*

brevis (1) et d'*Ananchytes striata* (petite variété) mêlés à de grands Inocérames à larges côtes, que nous rapportâmes à l'*I. regularis* ou à l'*I. Cripsii*. Il y en a qui atteignent jusqu'à 30 centimètres.

Après avoir rempli nos sacs des plus beaux échantillons, nous quittâmes la plaine pour nous diriger à l'O. par des sentiers peu frayés à travers la Sierra de Badaya. Cette petite chaîne orientée N.-S. est composée de larges assises presque horizontales d'un calcaire un peu siliceux, dur, et d'un gris bleuâtre. La pente en est douce du côté de l'E., mais elle est coupée à pic sur le versant opposé. Couverte de pins sur ses flancs, elle n'offre au sommet qu'un plateau désert hérissé de roches, au milieu desquelles nous n'avons trouvé qu'un fragment de Trigonie. Le calcaire dur est supérieur aux marnes à Ananchytes ainsi que le prouve la coupe suivante :

Coupe de la Sierra de Badaya.



1. Calcaire dur à Trigonies (80 mètres).
2. Marnes bleues, à *Micraster brevis* et à Ananchytes (260 mètres).

La descente du côté d'Apricano ne s'effectue pas sans quelque difficulté, mais bientôt on arrive dans une gorge profonde, pittoresque, où coule, encaissée entre des rochers à pic, la petite rivière de Bayas qui prend sa source au mont Gorbea et va rejoindre l'Ebre à Miranda, en coulant du N. au S. sans changer de direction.

Nous suivîmes le défilé jusqu'à Subijana en recueillant de temps en temps quelques *Micraster* et quelques *Ananchytes* qui nous révélaient ainsi l'âge du terrain sur lequel nous marchions.

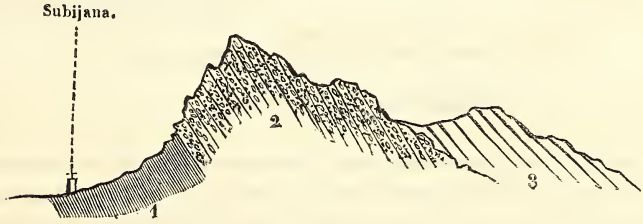
A Subijana se termine la Sierra de Badaya qu'une vallée sépare d'une autre chaîne dont la direction et la composition sont très différentes, et que la carte de M. Coello désigne sous le nom de *Montes de Vitoria*. C'est celle que l'on traverse au S. de Vitoria quand on suit la grande route de Madrid et sur laquelle est situé le télégraphe. Nous ne tardâmes pas à l'atteindre. Près du pont qui

(1) Les *Micraster* portent dans le pays le nom de pierres de Sainte-Catherine.

conduit à Poves nous vîmes le terrain changer subitement, et nous nous trouvâmes en présence d'un grand dépôt, superposé aux marnes à Ananchytes et composé d'un poudingue tertiaire qui joue un rôle considérable dans cette partie de l'Espagne. Les éléments en sont très arrondis et presque tous calcaires ; quelques-uns contenaient des Nummulites, et leur présence nous donna lieu de penser que le calcaire nummulitique devait se trouver à peu de distance ; mais il se passa plusieurs jours avant que nous ne le trouvassions réellement en place, ce qui n'eut lieu qu'à plus de 60 kilomètres à l'E. Le courant auquel est dû la formation du poudingue était donc dirigé de l'E. à l'O., et doué d'assez de force pour transporter des fragments de calcaire nummulitique loin de leur véritable gisement.

Là où manque le calcaire nummulitique, le poudingue forme assez souvent la partie inférieure du terrain tertiaire, comme on le voit dans la coupe ci-dessous.

Il est concordant avec la craie et surmonté par des mollasses sans fossiles, recouvertes elles-mêmes sur certains points par des calcaires d'eau douce avec Planorbes et Lymnées, ainsi que nous le verrons bientôt.

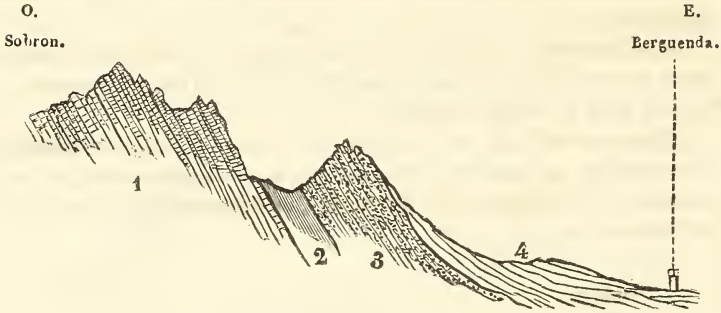


1. Marnes à Ananchytes.
2. Poudingue à cailloux nummulitiques.
3. Mollasse tertiaire.

De Subijana, sans quitter le terrain tertiaire, nous nous rendîmes aux salines d'Añana, situées au S.-O. La principale source d'eau salée, dont la température est de 17 degrés centigrades, surgit au milieu de marnes rouges, jaunes ou vertes, qui sont accompagnées de gypse, de calcaire caverneux analogue à la cargneule des Alpes, et d'une roche verte et pyroxénique, qui n'est autre que l'ophite des Pyrénées.

Des salines d'Añana à Berguenda, nous n'avons pas quitté la mollasse qui, çà et là, est percée par des ophites, mais en approchant du défilé de l'Ebre sur le chemin de Sobron, à la limite du

terrain tertiaire et de la craie, nous avons retrouvé le poudingue dont nous venons de parler. A l'entrée du défilé, il est fortement relevé et s'appuie contre des masses puissantes de calcaire crétacé, entre lesquelles, sur une étendue de 5 à 6 kilomètres, l'Èbre s'est frayé un étroit passage. Sous le rapport de la variété des formes, de la hardiesse des contours, de la hauteur des escarpements, étagés en amphithéâtre, rien ne manque à la beauté de cette gorge sauvage. C'est une scène grandiose qui mérite d'être visitée aussi bien par les touristes que par les géologues. Nous donnons ci-dessous la coupe des terrains que nous y avons reconnus, en allant de bas en haut :



1. Calcaire crétacé très épais, avec *Requienia*.
2. Marnes.
3. Poudingue tertiaire.
4. Mollasse.

La Sierra d'Arcena que l'Ebre traverse dans ce défilé paraît être entièrement crétacée ; mais les calcaires, là où nous les avons observés, sont trop pauvres en fossiles pour en bien déterminer l'âge. Nous n'y avons trouvé que des fragments d'Ammonite et de Trigonie, un tronçon de *Requienia*, de petites Huîtres comparables à certaines variétés de l'*O. vesicularis*, et des Oursins appartenant au genre *Conoclypus*. La *Requienia* nous permet de supposer avec quelque probabilité que cette craie est la même que celle du mont Gorbea.

De Berguenda nous descendîmes la vallée de l'Èbre par Puentelarra, Fontecha, et, laissant Communion à gauche, Miranda del Ebro à droite, nous vînmes déjeuner à Zambrana en traversant tantôt la mollasse tertiaire, tantôt les alluvions du fleuve. Mais avant d'arriver à Zambrana, une petite montagne située au bord de l'Èbre, le mont Arce, avait attiré notre attention. Les couches peu disloquées et inclinées de 12° à 15° vers le N. y sont faciles à ob-

server. On y voit clairement la mollasse recouverte par un calcaire d'eau douce, un peu marneux, en couches bien régulières remplies de Planorbes et de Lymnées, le tout passant, du moins en apparence, sous une autre mollasse située au N. près du chemin de Haro. La mollasse inférieure de la colline d'Arce doit être la même que celle où se développent les sels et les gypses d'Añana, et qui à Berguenda et à Subijana repose sur les poudingues. L'ensemble des couches tertiaires de ce bassin nous paraît donc pouvoir être résumé de la manière suivante :

Coupe théorique.

Mollasse supérieure.
Calcaire lacustre, avec Lymnées et Planorbes.
Mollasse inférieure, avec amas de sel et de gypse, accompagnés d'ophite.
Poudingue avec cailloux de calcaire nummulitique.
Craie à *Micraster* et à *Ananchytes*.

Nous quittâmes bientôt le terrain tertiaire pour pénétrer dans une chaîne crétacée, d'environ 4 kilomètres de largeur, à sommets déchirés, abrupts, de nature calcaire, et qui se prolonge à l'O. vers Pancorbo, Frias, pour se réunir à celle que traverse l'Ebre dans le défilé de Sobron. A l'E., elle suit la rive gauche du fleuve jusqu'à la Peña de Joar, haute montagne située près de Santa-Cruz-de-Campezo au N. de Viana. A partir de là elle s'abaisse, se brise, et, se dirigeant au N., va se confondre dans le réseau des montagnes crétacées qui se développent à l'E. de Vitoria et entourent le bassin tertiaire de Miranda. L'Ebre la traverse dans un second défilé qu'on appelle *las Conchas de Haro*.

Dans l'intérieur de cette bande crétacée se trouve le village de Salinillas avec une source salée exploitée, accompagnée, comme d'ordinaire, d'argiles rouges, de gypse et d'ophite. Un peu plus bas, dans l'étroit défilé de roches calcaires, ouvert dans ces mon-

tagnes pour donner passage à l'Èbre, nous trouvâmes quelques fossiles mal conservés : *Cardium subalternatum*, d'Orb., *Tylostoma Torrubiæ*, Sharpe.

Au sortir de cette gorge, la scène change subitement ; l'Èbre parcourt d'immenses plaines tertiaires, au milieu desquelles il se déroule librement pendant plus de 300 kilomètres, jusqu'aux défilés d'Asco et de Miravet, à peu de distance de son embouchure.

La transition entre ces deux systèmes est brusque, sans cependant qu'il y ait de discordance de stratification. Au contact des roches crétacées, la mollasse est fortement tourmentée, les couches sont repliées plusieurs fois sur elles-mêmes ; mais ce phénomène ne s'étend pas au delà d'une zone de 250 à 300 mètres de largeur, et bientôt la mollasse reprend la position horizontale qu'elle conserve dans le grand bassin de l'Èbre, comme on le voit dans la coupe ci-dessous.

Coupe prise au débouché du détroit de l'Èbre, sur la route de Haro, montrant la mollasse au-dessous de la craie, un renversement complet des strates produit par des dislocations qui ont porté les roches crayeuses au delà de la verticale.

1. Mollasse. — 2. Roches crétacées.

La mollasse est complétement dépourvue de fossiles, en sorte qu'il est difficile de dire si elle est d'origine marine, fluviatile ou lacustre ; elle est composée d'un grès tendre, offrant parfois des bancs assez durs. Sa puissance est considérable. Par places elle atteint une grande hauteur sur le flanc des montagnes, sans cesser d'être en couches horizontales. Le ton gris de cette roche et l'aridité de sa surface impriment au pays un aspect triste et sévère.

La petite ville de Haro est placée au milieu de ce terrain sur la rive droite de l'Èbre. La vigne seule y est cultivée avec succès ; les vins qu'elle produit sont connus sous le nom de vins de la Rioja.

C'est avec un vif plaisir que nous quittâmes ces plaines monotones pour rentrer dans nos belles montagnes, et que de Haro nous nous dirigeâmes vers Pecina en passant par Briones et San-Vicente. Pecina est situé à une grande hauteur (400 mètres environ au-dessus de l'Èbre), sur les derniers bancs de mollasse horizontale. En montant encore un peu, celle-ci disparaît entièrement, et l'on pénètre par un col dans la région crétacée, montagneuse et boisée, qu'on appelle Sierra de Toloño, et qui fait suite à la chaîne que nous avions traversée la veille.

Un brouillard épais et une pluie abondante nous surprirent au passage du col, ce qui ne nous empêcha pas de reconnaître que nous marchions sur le calcaire crétacé. Quelques exploitations de lignite sont ouvertes dans des grès blancs se réduisant facilement en sable, et remplis de petits cailloux de quartz hyalin très arrondis. Ces sables caillouteux, qu'on prendrait pour un diluvium quand ils ne sont pas recouverts, sont particuliers à la craie de l'intérieur du plateau espagnol, et nous avons eu souvent occasion de les observer. Ici ils paraissent supérieurs au calcaire à *Requienia ;* car nous ne tardâmes pas à découvrir dans le chemin des fragments de ce fossile et un échantillon de la Caprine qui l'accompagne ordinairement en Espagne, espèce nouvelle, voisine du *R. polyconilites*, et que M. Bayle, ainsi que nous l'avons dit, va décrire sous le nom de *C. Verneuili.*

En descendant au N. vers Peñacerrada, nous fîmes au village de Montorio une découverte assez inattendue. En examinant les pierres de la route et celles des murs, nous remarquâmes quelques fragments d'Ammonites, et, après avoir consulté les gens du village, nous trouvâmes un gisement de fossiles jurassiques. La plupart de ceux que nous recueillîmes dans les champs au S. du village provenaient d'un escarpement de calcaire marneux bleuâtre, évidemment liasique. Ce calcaire passe par degrés à des marnes et à des schistes noirs, bitumineux, finement feuilletés.

Dans le village de Montorio affleurent d'autres calcaires grisâtres, compactes, que nous avons rapportés à l'étage oxfordien, à cause de quelques beaux échantillons d'*Ammonites plicatilis.*

Dans le lias, nous avons recueilli les espèces suivantes :

Ammonites spinatus, Brug.
— *normanianus*, d'Orb.
Belemnites niger, List.
Lima gigantea.
Pecten æquivalvis.
Pholadomya.
Terebratula punctata, Sow.

Ce pointement jurassique, complétement entouré de dépôts crétacés, a si peu d'étendue qu'il est à peine visible sur une carte à petite échelle.

A Losa, dans les environs de Peñacerrada, il y a plusieurs exploitations de bitume. La roche qui le contient est un calcaire à grains fins où nous n'avons trouvé qu'une Gryphée indéterminable; elle est tellement imprégnée de cette substance, que dans les joints, ou dans les endroits dépourvus de végétation et exposés au soleil, celle-ci coule en grosses gouttes à la surface comme une résine. Elle est exploitée par distillation.

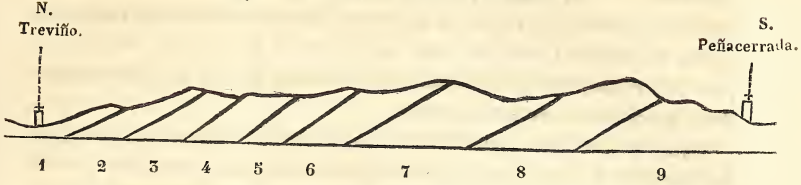
Près de Peñacerrada, la craie cesse, et, en nous dirigeant sur Vitoria, nous pénétrons de nouveau dans les dépôts tertiaires du bassin de Miranda.

On rencontre d'abord une colline ou crête allongée de calcaire blanc avec Lymnées et Paludines, puis on traverse successivement des argiles rouges, avec des bancs subordonnés de poudingues, des calcaires bitumineux, des marnes rouges et blanches, des mollasses, et enfin des calcaires siliceux exploités comme meulières.

Tout ce bassin lacustre a une grande épaisseur, et les roches inclinent en moyenne de 15 à 20 degrés vers le N.-E. Treviño et la petite rivière qui borde cette ville au sud en occupent le fond. De l'autre côté de ce cours d'eau et en gravissant la chaîne qui le sépare de la plaine de Vitoria, on voit les couches se relever vers le N. Au delà du village d'Uzquiano, le voisinage de la craie s'annonce par l'apparition des poudingues à galets roulés de calcaire nummulitique, semblables à ceux de Subijana. Elle ne commence en réalité qu'au-dessous de ces poudingues, et à peine la limite de ces deux formations est-elle franchie, que l'on trouve, sur les berges de la route, les fossiles caractéristiques de la craie supérieure, tels qu'*Ostrea larva*, *Rhynchonella difformis*, Lam., *Ananchytes ovata* ou *gibba* et *Micraster brevis*. Ce terrain s'étend jusqu'à Vitoria où les couches deviennent horizontales.

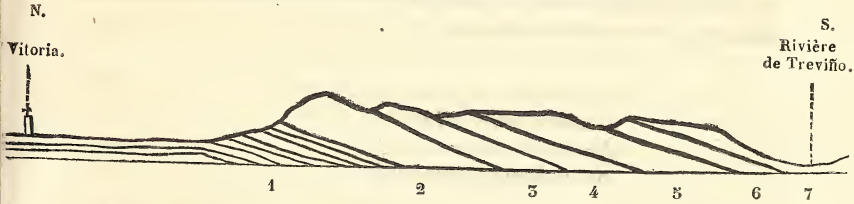
On voit, d'après ce qui précède, que la route de Peñacerrada à Vitoria est une des plus intéressantes pour étudier la composition de la craie et du bassin tertiaire de Miranda. Les coupes suivantes en donneront une idée :

Coupe du terrain tertiaire lacustre.



1. Calcaire blanc, compacte, analogue à celui dont on se sert à Madrid pour bâtir.
2. Marnes rouges et blanches.
3. Calcaire bréchoïde très dur, exploité pour faire des meules.
4. Alternance de mollasse et de marnes.
5. Calcaire bitumineux, gris de fumée, avec des traces de coquilles lacustres.
6. Marnes.
7. Argiles rouges, avec des bancs subordonnés de poudingues à petits éléments.
8. Calcaire bitumineux assez compacte, avec des Planorbes et des Lymnées, formant une rangée de collines au nord de Penacerrada.
9. Calcaire marneux blanchâtre.

Coupe de Vitoria à la rivière de Treviño.



1. Marnes bleues à *Micraster brevis*.
2. Marnes avec des bancs subordonnés de calcaire noduleux (grandes Ananchytes et *Micraster brevis*).
3. Calcaire brun, dolomitique.
4. Marnes et grès micacés, avec *Exogyra* et *Rhynchonella difformis*.
5. Grès de couleur grise, analogue à la mollasse, surmonté par un calcaire marneux, avec *Ostrea larva*, et une grande espèce de *Pecten*.
6. Poudingue avec cailloux de calcaire nummulitique (base du terrain tertiaire).
7. Marnes tertiaires.

La rivière de Treviño paraît couler dans une grande faille; car de chaque côté les couches se relèvent en sens inverse et ne se correspondent pas, comme cela aurait lieu s'il n'y avait qu'un axe synclinal simple.

Vitoria est assise au milieu d'une plaine fertile arrosée par des ruisseaux qui apportent leur tribut à la rivière Zadorra. Allongée de l'E. à l'O., cette plaine est entourée par une ceinture de montagnes qui n'est interrompue qu'en deux endroits : à l'E., où passe la route de Pampelune, et au S., où passe celle de Madrid. C'est par cette dernière ouverture que s'échappent les eaux de la Zadorra. Cette espèce de cluse a existé dès l'époque où la contrée a pris son relief actuel ; car, si jamais elle avait été fermée, les eaux, arrêtées dans la plaine de Vitoria, eussent formé un lac dont

les dépôts se verraient quelque part ; mais il n'en est rien. Les marnes bleues à *Micraster* ne sont pas recouvertes, et l'horizontalité de la plaine ne tient pas à un nivellement postérieur, mais à la position également horizontale des couches qui ne se relèvent que dans les collines environnantes.

Pendant les huit jours de course que nous venions de faire dans la province d'Alava, nous nous étions aidés des cartes du colonel Coello et de M. Martin de Saracibar qui nous avaient été fort utiles. Comme nous voulions pousser notre excursion jusqu'en Navarre, nous cherchâmes vainement une carte un peu détaillée de cette province, et nous fûmes fort heureux de faire la connaissance de M. Martin de Saracibar qui nous prêta une carte manuscrite qu'il avait construite lui-même.

Avant de quitter Vitoria, nous allâmes jeter un coup d'œil sur la collection de l'Institut de cette ville. Parmi le peu de fossiles qu'elle renferme, nous y remarquâmes quelques échantillons bien conservés des espèces suivantes :

Inoceramus regularis ou *Cripsii*,
Cardium alternatum,
Micraster brevis,
Rhynchonella difformis.

qui provenaient de San-Vicente de Arana, localité située à 40 kilomètres environ à l'E. de Vitoria.

Nous résolûmes d'aller visiter ce point, et nous nous dirigeâmes vers Oquina, en passant par Bolivar et Ullibari.

Sur toute cette route, nous n'avons rencontré que les diverses assises de la craie supérieure ; nous avons traversé, de bas en haut, des marnes bleues avec *Ananchytes gibba* ou *ovata* (variété de petite taille) et *Micraster brevis*, puis au-dessus, à Ullibari, des sables jaunes et des grès micacés avec de grandes Ananchytes, l'*Ostrea vesicularis*, l'*O. pyrenaica*, l'*O. larva*, des Inocérames et des fragments d'Ammonites, le tout couronné par des calcaires blancs et durs, renfermant des corps problématiques assez semblables à des Orbitolines.

A partir d'Oquina, nous sommes entrés dans une région où les roches prennent les caractères du calcaire grossier de Paris. Les fossiles de la craie disparaissent et ils sont remplacés par des espèces d'apparence tertiaire, mais à l'état de moules et difficiles à déterminer ; ce sont des *Cardium*, *Lucina*, *Turritella*, *Natica*, etc. Ces couches sont recouvertes par le poudingue à galets nummulitiques

que nous avons déjà vu à l'O. placé entre la craie et le terrain lacustre. Comme il est ici peu incliné, il occupe une surface plus considérable, et s'étend presque jusqu'à Marquinez, petit village où nous avons ramassé un *Cerithium* de grande taille, voisin du *C. giganteum* ou du *C. Leymeriei*.

En poursuivant notre route vers Maestu et Sabando, nous trouvâmes, entre ces deux points, de grands échinodermes voisins des *Echinolampas*, que M. Cotteau rapporte à l'*Amblypygus Michelini*, et enfin les Nummulites que nous cherchions depuis si longtemps. Elles sont dans un calcaire impur et appartiennent à une très petite espèce.

C'est donc sur la ligne qui joint Marquinez, Maestu et Sabando, qu'il faut placer la limite occidentale des dépôts nummulitiques du versant espagnol des Pyrénées, limite dont la recherche était le but principal de notre voyage ; mais ils n'y forment pas une zone continue, comme en Aragon et en Catalogne. Ils ne se rencontrent que sur les sommets des montagnes et des hauts plateaux ; le fond des vallées est rempli par des dépôts à *Micraster brevis*.

Entre les deux formations vient s'interposer ce dépôt sableux avec de petits cailloux très arrondis de quartz blanc dont nous avons déjà parlé. En descendant de Sabando à San-Vicente, nous avons pu reconnaître avec précision l'horizon de cette espèce de *diluvium crétacé*. On voit par la coupe ci-dessous qu'il est supérieur aux marnes à *Micraster brevis* et inférieur au calcaire nummulitique.

Coupe de Sabando à San-Vicente de Arana.

1. Marnes à *Micraster brevis*.
2. Couches sableuses, incohérentes, avec cailloux de quartz blanc.
3. Calcaire à *Amblypygus Michelini* et à Nummulites.

Bien qu'à Maestu nous n'ayions pas trouvé de Nummulites, nous sommes portés à croire que les bitumes qu'on y exploite sont au contact du calcaire nummulitique et de ces sables et cailloux roulés qui font partie de la craie.

De San-Vicente de Arana nous nous dirigeâmes au S. pour couepr de nouveau le terrain crétacé jusqu'à la mollasse de l'Ebre.

Nous suivîmes, en passant par Oteo, une gorge étroite et profonde qui vient s'ouvrir en face de Santa-Cruz-de-Campezo sur le rio Ega, un des affluents de l'Ebre, et nous recueillîmes, dans des calcaires jaunes, une *Ostrea* voisine de la petite variété de l'*O. vesicularis* (1).

A Santa-Cruz-de-Campezo et jusque près de Genevilla, sur 5 à 6 kilomètres de distance, il existe, dans le fond de la vallée, un dépôt de poudingue à gros éléments ressemblant au poudingue tertiaire. Genevilla est placé sur un mamelon de tuf calcaire ou travertin, provenant d'une source abondante qui jaillit de la pente de la colline.

En passant le col de Cabrero, nous ne tardâmes pas, avant même d'arriver au faîte, à rencontrer la mollasse de l'Ebre qui, profitant de l'abaissement de la chaîne, passe sur le revers septentrional et s'étend jusqu'au rio Ega.

Nous comptions faire l'ascension du pic de la Poblacion, l'un des plus remarquables de la chaîne crétacée ; mais l'heure avancée de la journée ne nous le permit pas. Sans nous élever aussi haut, nous jouîmes, en passant le col, d'une vue admirable. A nos pieds s'étendait la grande plaine de l'Ebre, plaine hérissée de monticules formés par la dénudation, et en suivant de l'œil le contour gracieux du fleuve, nous découvrions les villes de Viana, Logroño, Calahorra, etc. Au delà, vers le S.-S.-E., se dessinait le noble profil du Moncayo. Ce massif, assez isolé, se relie par des montagnes plus basses avec la chaîne des Cameros, parallèle à l'Ebre, et que nous voyions se relever vers les pics de San-Lorenzo et d'Urbion, pour se perdre à l'horizon, en s'abaissant du côté de Burgos. A l'E. la chaîne où nous nous trouvions se prolongeait vers Pancorbo, tandis qu'au N. on voyait s'étager les unes au-dessus des autres les montagnes de la Navarre et d'Alava, couronnées par les Pyrénées.

Sans quitter la mollasse, nous descendîmes jusqu'au village d'Aguilar, situé très haut dans la montagne. De là nous nous dirigeâmes à l'E. pour gagner Estella, l'une des grandes villes de la Navarre, en nous maintenant autant que possible, par des cols et des montagnes, sur la limite des formations tertiaire et crétacée, la mollasse de l'Ebre étant à notre droite ou au S., et la chaîne crétacée à gauche ou au N. A peu de distance d'Aguilar, près de l'ermitage de Nuestra Señora de Codes, se trouve le contact des

(1) Quelques jours plus tard nous avons retrouvé cette même petite Huître près de Salvatierra dans l'étage supérieur aux marnes à Ananchytes.

deux terrains. La montagne élevée qui sépare Aguilar de Santa-Cruz-de-Campezo, et qu'on nomme Peña-de-Joar, est la dernière de la chaîne crétacée de l'Ebre.

A Nuestra-Señora-de-Codes, les calcaires crétacés se dirigent vers le N.-E., et jusqu'à Estella le terrain tertiaire n'est interrompu que par quelques affleurements des psammites avec Orbitolines et Ammonites qui sont inférieurs au calcaire. On laisse à gauche les grands escarpements de la Sierra de Loquiz qui sont probablement nummulitiques, et l'on arrive, en suivant des vallées remplies de mollasse et plus souvent de calcaire d'eau douce, aux gypses et aux poudingues qui entourent la ville d'Estella. Les premiers paraissent faire partie du terrain crétacé, tandis que les seconds appartiennent à la base du terrain tertiaire. Ils sont relevés jusqu'à la verticale, et atteignent 800 ou 900 mètres au mont Jura qui domine toute la contrée, et abrite du côté du sud la ville d'Estella.

Pour aller à Pampelune, au lieu de suivre la grande route qui passe par Puente de la Reyna, nous prîmes à gauche pour nous rapprocher de la limite de la mollasse et des calcaires nummulitiques, et, passant par Ugar, Zabal et Lerate, nous allâmes déjeuner à Arzos, au pied d'une sierra qui nous séparait de la vallée d'Echauri et du bassin où est située la ville de Pampelune. Toute cette région peu montueuse est composée de mollasse ou de conglomérats ; ce n'est qu'à l'E. du village d'Arzos et en passant la Sierra de Salinas-de-Oro qu'on voit le contact des poudingues et du calcaire nummulitique. Les deux formations plongent fortement vers le S.-O.; elles sont en stratification concordante et s'enfoncent sous la mollasse. Le calcaire est blanc, assez pur et contient une quantité prodigieuse de Nummulites. Du sommet de cette montagne on distingue au N.-O. la grande Sierra d'Andia, et à l'E. la ville de Pampelune qui est séparée du bassin de l'Ebre par une chaîne dirigée E. 20° S., du milieu de laquelle s'élève le pic aigu qu'on appelle Higa-de-Montreal.

Le village d'Echauri, à 2 ou 3 lieues O. de Pampelune, est placé au pied d'une falaise de plusieurs lieues de long, composée en grande partie de calcaires et de marnes nummulitiques dont le rio Arga contourne l'extrémité. Après avoir passé cette rivière, on entre dans la plaine au centre de laquelle est située Pampelune, plaine composée de marnes et d'argiles bleues sans fossiles. A Pampelune, le directeur de l'Institut, don Juan Mata de Uriarte, nous fit avec beaucoup d'empressement les honneurs de sa collection qui renferme très peu de fossiles; quelques Nummu-

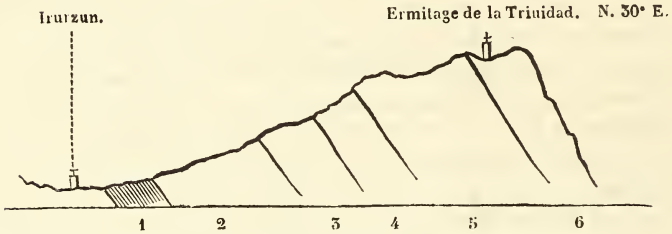
lites, recueillies à 3 ou 4 lieues à l'E. de la ville, sur la route de Sanguesa, nous apprirent que le terrain nummulitique se poursuit dans cette direction.

Suivant notre programme, nous ne devions pas dépasser Pampelune. Notre but était atteint ; la limite occidentale de la grande bande nummulitique sous-pyrénéenne était reconnue ; nous pouvions revenir et nous prîmes en effet la route de Vitoria.

Au point où nous quittâmes la plaine pour rentrer dans la montagne près du village d'Érise, les argiles et les marnes bleues sont surmontées par une lumachelle bleuâtre remplie de grandes Nummulites.

A Irurzun, là où s'embranche la route de Tolosa avec celle de Vitoria, règne déjà la véritable craie caractérisée comme elle l'est ordinairement dans les Pyrénées. La montagne de la Trinidad nous offrit en effet la coupe suivante de bas en haut :

Coupe de la montagne de la Trinidad.



1. Marnes bleues, très inclinées vers le N.-N.-E.
2. Espace couvert de détritus et de végétation.
3. Calcaire avec *Orbitolines conica*, *Cidaris vesiculosa*, Goldf., et *Rhynchonella contorta*, d'Orb.
4. Calcaire à *Requienia lævigata*.
5. Calcaire très dur.
6. Calcaire magnésien formant le sommet.

La région moyenne de la montagne de la Trinidad rappelle les calcaires de Portugalete en Biscaye, et nous a paru du même âge. Son sommet offre une vue magnifique d'où l'on peut prendre une idée exacte de la structure géologique du pays. Placé presqu'à la jonction des terrains crétacé et nummulitique, il permet d'apprécier les différences physiques qui les distinguent. Au nord, la vue s'étend sur des montagnes très irrégulières et couvertes de forêts et de végétation ; ce sont les Pyrénées proprement dites, composées de schistes noirs et de calcaires gris-foncé de l'époque crétacée. Au sud, le terrain nummulitique, presque entièrement calcaire, constitue des montagnes qui s'allongent régulièrement,

sans se croiser les unes les autres, et qui, après avoir formé des plateaux étendus, se terminent par des escarpements abrupts.

La chaîne crétacée est interrompue, à Irurzun, par une cluse étroite et pittoresque que dominent des rochers appelés *las dos Hermanas*, et que traverse la route de Tolosa. C'est à Irurzun que commence la grande vallée de la Borunda arrosée par la rivière Arga, et qui, s'étendant à l'O. jusqu'à Salvatierra, facilite les communications entre Pampelune et Vitoria. Cette grande vallée, parallèle aux Pyrénées, et qui rappelle un peu celle du Valais en Suisse, sépare la craie du terrain nummulitique et permet de saisir le contraste de leur stratification (1). Tandis qu'au N. les couches crétacées sont violemment plissées, au S. s'élève la Sierra de Andia dont les couches coupées obliquement par une haute falaise offrent des lignes horizontales ou du moins assez régulières qui s'étendent à une grande distance.

Cette montagne, la plus remarquable de toute cette région, commence assez près de Pampelune, et, changeant de nom sans changer de caractère, s'étend de l'E. à l'O. jusque près de Salvatierra où elle s'appelle Sierra d'Urbasa. Elle est coupée à pic du côté de la vallée de la Borunda et s'élève graduellement de l'E. à l'O. jusqu'à l'ermitage de San-Donato qui en occupe le point culminant et qui est situé non loin de Huarte-Araquil et d'Alsasua. C'est près de ce premier village que nous nous décidâmes à la traverser. Nous eûmes beaucoup de difficultés à gravir l'escarpement pour gagner le Puerto-d'Ilanieta. Il ne nous fallut pas moins de deux heures et demie. Les couches supérieures sont divisées par de nombreux plans de clivage qui les feraient croire verticales, quoiqu'en réalité elles soient légèrement inclinées vers le S.

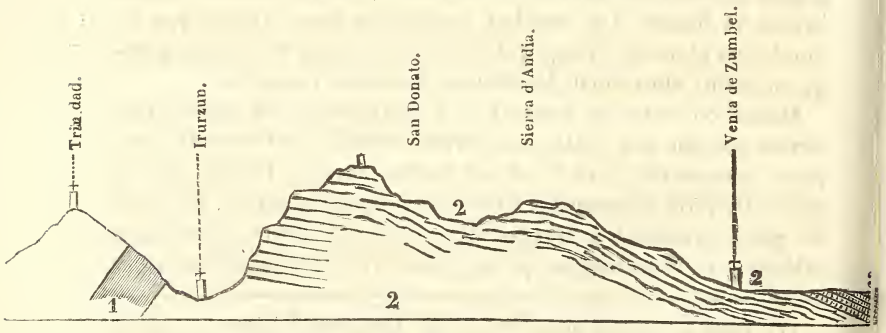
Quand on arrive au sommet de l'escarpement, on ne découvre devant soi que des plateaux à surface ondulée, où la roche est à peine recouverte çà et là d'une herbe jaunâtre brûlée par le soleil. De rares troupeaux y trouvent une maigre pâture. Les eaux de pluie pénètrent à travers les nombreuses fissures des bancs calcaires, et la sécheresse qui en résulte rend ces sommets arides

(1) Dans le dernier mémoire que M. Ezquerra del Bayo a publié avant de mourir (*Ensayo de una descripcion geologica de España*, seccion 5, p. 42), il décrit cette vallée comme limitée de chaque côté par des escarpements composés de couches crétacées du même âge. Si nous signalons cette erreur, ce n'est certainement pas pour diminuer le mérite d'un savant qui aimait la géologie et qui a contribué à la répandre dans son pays, mais par la nécessité de rétablir l'exactitude des faits.

et tout à fait inhabitables. Nous eûmes assez de peine à les traverser, soit à cause des arêtes que forment les affleurements des couches, soit à cause de profondes cavités cratériformes dues à des affaissements de cavernes intérieures. Ce qui nous frappa le plus dans la Sierra d'Andia, c'est l'uniformité de sa composition. Depuis le bas jusqu'au haut de l'escarpement, nous ne vîmes que des bancs plus ou moins épais de calcaire blanc où jaunâtre dont nous aurions eu de la peine à déterminer l'âge, si nous n'avions rencontré à la partie inférieure un échantillon de Nummulite. Ce n'est que sur le revers méridional et du côté de la Venta-de-Zumbel que ces fossiles deviennent abondants. Ils sont là, comme près d'Arzos, dans la partie supérieure de la formation et au-dessous d'une mollasse qui va s'unir à celle des plaines de l'Ébre. Il semble que la mer nummulitique, moins profonde dans cette direction, était plus favorable à l'existence des mollusques, car on y trouve des Térébratules, des *Pecten* et des polypiers voisins des spongiaires. C'est particulièrement entre Lesaun et Arbasusa que nous rencontrâmes ces fossiles. A Zaval, les couches nummulitiques sont recouvertes par la mollasse, qui est composée de grès tendres à ciment calcaire et de poudingues. Ce terrain se poursuit jusqu'à Estella où nous retournâmes une seconde fois.

La coupe suivante peut donner une idée générale de la disposition des couches sans en reproduire tous les détails.

Coupe de la Sierra d'Andia.



1. Craie.
2. Terrain nummulitique.
3. Mollasse.

Pour nous rendre d'Estella en France nous prîmes le chemin de Salvatierra, en suivant une vallée étroite et profonde et ayant la Sierra d'Andia à droite et celle de Loquiz à gauche. Les sommets offrent des escarpements et des terrasses de calcaire nummulitique,

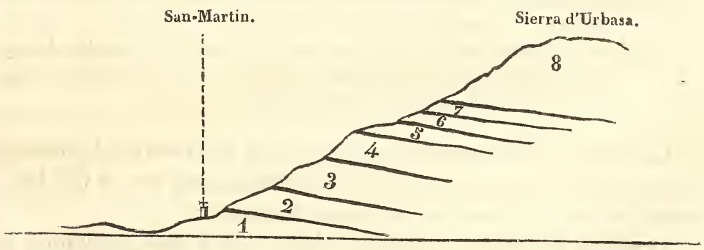
tandis que le fond de la vallée est formé de marnes, d'argiles, de calcaires argileux, où nous n'avons pas tardé à rencontrer des *Micraster* et des *Ananchytes*.

Avant d'arriver à Larrion nous passâmes au pied de rochers pittoresques connus sous le nom de Peñas de San-Fausto. Le calcaire dur dont ils sont composés contient des Nummulites, des oursins et des fragments de *Cerithium*, voisin du *C. Leymeriei*. Les marnes bleues de Larrion sont crétacées, et nous y trouvâmes des traces d'Ammonites. Près du moulin d'Artavia, la rivière a coupé ces marnes sur une grande hauteur, et on les voit plonger au N. sous la Sierra d'Andia.

Près de la Venta-de-Barindano, un ruisseau, qui prend sa source dans un beau cirque de calcaire nummulitique que l'on aperçoit de loin, traverse la route et permet d'étudier le terrain crétacé. Celui-ci se compose de marnes et de calcaires argileux de couleur bleue rappelant le lias de certaines parties de la France. Nous y trouvâmes des fragments d'Ammonites et des Nautiles de grande dimension, trop mal conservés pour être déterminés. En continuant de longer la Sierra d'Andia, qui prend ici le nom de Sierra d'Urbasa, nous vîmes peu à peu les marnes bleues se remplir d'échinodermes jusqu'au petit village de San-Martin en Amescoa, où, dans les ravins, le sol est littéralement jonché de *Micraster brevis*, d'*Ananchytes ovata* (var. *striata*), mêlés à des fragments d'*Inoceramus Cripsii*, Goldf.

Comme on nous assura que près de ce point on avait fait des recherches de bitume, nous allâmes en reconnaître le gisement, ce qui nous donna l'occasion de faire la coupe suivante sur les pentes de la Sierra d'Urbasa :

Coupe de la Sierra d'Urbasa.



1. Calcaire marneux à Micraster.
2. Calcaire marneux en couches épaisses, avec Ammonites, Nautiles, Micraster, etc.
3. Marnes blanches, avec beaucoup de Micraster et d'Ananchytes.
4. Marnes bleues et calcaire noduleux, à Micraster rares.
5. Grès et sables jaunes, avec *Orbitolina media* ou *O. secans* et quelques traces de bitume.
6. 10 mètres d'argiles bleues sans mélange.
7. Grès et sables à ciment calcaire, avec des traces de polypiers et de bitume.
8. Terrain nummulitique ?.

A peu de distance d'Eulate, en remontant toujours la même vallée, nous trouvâmes, sur les côtés de la route, plusieurs échantillons d'*Hippurites cornu-vaccinum*, sans pouvoir vérifier leur position par rapport aux marnes à *Micraster*.

Le village de Larrahona, entre Eulate et Contrasta, est encore situé sur les marnes bleues, mais moins riches en *Micraster* que celles de San-Martin. Des blocs d'une grosseur considérable détachés du sommet de la sierra en recouvrent les pentes.

Entre Larrahona et Contrasta nous avons retrouvé les grands Inocérames (*I. regularis* ou *Cripsii*), mêlés aux Micraster, comme à Barindano ou à San-Vicente-de-Arana.

Jusqu'à Contrasta nous avions toujours côtoyé la grande chaîne nummulitique d'Andia et suivi la direction des couches; pour nous rendre à Salvatierra nous en fîmes une coupe transversale.

Voici les couches que nous pûmes y reconnaître de haut en bas :

1. Sables et galets de quartz blanc ressemblant à un diluvium, couronnés par un poudingue à galets nummulitiques.
2. Argiles bleues et jaunâtres à Micraster.
3. Sables jaunes et grès.
4. Argiles à Micraster, avec des bancs subordonnés de calcaire noduleux. Cet étage peut avoir 200 mètres.

En descendant vers Salvatierra nous trouvâmes quelques fossiles plus caractéristiques et nous avons observé la coupe suivante :

1. Sables et galets de quartz blanc.
2. Calcaires argileux et ferrugineux avec *Ostrea larva*, *O. vesicularis*, *Orbitolina secans* ou *socialis*, Leym. On y trouve aussi des Exogyres de petite taille et une coquille voisine du genre *Otostoma*, d'Arch.
3. Calcaire avec *Ananchytes ovata* (var. *gibba*) et *Ostrea vesicularis*.
4. Marnes bleues très puissantes, avec des bancs intercalés de calcaires noduleux à *Micraster brevis* et *Ananchytes ovata* (var. *striata*), comme à Barindano.

Le système des marnes bleues peut avoir 300 mètres d'épaisseur. Les couches en sont peu inclinées et deviennent tout à fait horizontales dans la plaine où est située Salvatierra.

Avant de descendre dans cette plaine, nous nous arrêtâmes au sommet du col, appelé Puerto-de-Opacua, pour admirer le spectacle qui s'offrait à nos regards. Devant nous s'élevaient les Pyrénées du Guipuzcoa, du milieu desquelles surgissaient les pics d'Asgorri, d'Araz, de San-Adrian, de Salinas, s'unissant à l'O. au

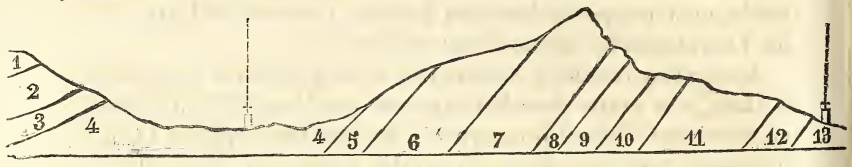
mont Gorbea de Biscaye visité par nous trois semaines auparavant. A droite nous avions la Peña-de-Vicuña, prolongement des sierras d'Urbasa et d'Andia et, comme elles, séparée des Pyrénées par la vallée de la Borunda dont nous apercevions l'extrémité occidentale, tandis qu'à nos pieds s'étendait la riche plaine de Salvatierra et de Vitoria peuplée de nombreux villages.

Après avoir couché à Salvatierra, nous quittâmes la province d'Alava pour entrer dans le Guipuzcoa par le col de San-Adrian, en traversant d'abord les marnes et les calcaires argileux bleus à *Micraster*, puis des *shales* ou argiles schisteuses avec calcaires subordonnés, contenant une Ammonite voisine de l'*Ammonites navicularis*, pour arriver dans une région de grès et sables jaunes, semblables à ceux du mont Gorbea, le tout reposant sur les calcaires à *Requienia* et à Orbitolines qui forment les hautes sommités. Le puerto San-Adrian, ou ce qu'on appelle ainsi, est une espèce de tunnel dû à des causes naturelles, et qui présente au premier abord un aspect peu rassurant. Les escarpements verticaux qui le dominent ne permettent pas de passer ailleurs. Dans une des anfractuosités de cette caverne, on a établi une *venta* qui ressemble moins à une auberge qu'à un repaire de brigands. Nous nous y arrêtâmes pour déjeuner et aussi pour admirer à loisir sur le versant nord des Pyrénées les belles et vertes montagnes du Guipuzcoa qui nous avaient été cachées jusque-là par l'axe même de la chaîne.

Bientôt nous descendîmes vers Cegama et Segura, en marchant longtemps sur des schistes noirs ardoisiers mêlés çà et là de calcaires impurs et alternant avec des psammites micacés. Ce système, qui a plus de 300 ou 400 mètres d'épaisseur, correspond aux couches que nous avions rencontrées entre Bilbao et le mont Gorbea, et forme la base de la craie des Pyrénées, qui, dans ces montagnes, ne comprend ni le gault ni les étages inférieurs.

La coupe générale des terrains que nous avions ainsi traversés dans ces deux derniers jours pour arriver à Cegama nous paraît assez intéressante pour que nous la donnions ici.

Coupe prise depuis le col d'Opacua (entre Contrasta et Salvatierra) jusqu'à Cegama en Guipuzcoa.



1. Conglomérat composé de cailloux de calcaire à Nummulites.
2. Sables et cailloux très roulés de quartz blanc hyalin.
3. Calcaire arénacé, avec *Ostrea vesicularis* et *Ananchytes ovata*.
4. Grande masse de marnes bleues, avec bancs calcaires subordonnés (*Micraster brevis* et *Ananchytes* plus petite que l'*A. ovata* (*A. striata*).
5. Marnes feuilletées et calcaire argileux dur, en couches repliées sur elles-mêmes, avec des Ammonites voisines de l'*Ammonites navicularis*.
6. Grès quartzeux et sables jaunes, avec quelques bancs subordonnés de schistes.
7. Calcaire à *Requienia*, avec quelques bancs marneux remplis d'Orbitolines très coniques.
8. Schistes noirs calcarifères, avec de grandes *Ostrea*, des Trigonies et des Orbitolines plates.
9. Calcaire à *Requienia*.
10. Grès très argileux (*mudstone*), avec Trigonies.
11. Schistes ardoisiers, psammites micacés, avec minerai de fer en géodes (300 mètres d'épaisseur).
12. Grès.
13. Marnes et calcaires.

De Cegama à Segura nous suivîmes la petite rivière Oria sans voir autre chose que des schistes et des calcaires de l'étage cénomanien.

A Ceraïn près de Segura, nous visitâmes, dans le calcaire à *Requienia*, des filons exploités de plomb sulfuré, accompagné de baryte, de calamine et d'oxyde de fer. En continuant de descendre la vallée, nous rejoignîmes bientôt la grande route de Bayonne à Madrid, puis, traversant la bande jurassique qui s'étend entre Villafranca et Tolosa, nous rentrâmes en France, non sans avoir visité les lignites d'Ernani qui ont été décrits avec soin par M. Dufrénoy.

La grande route de Tolosa à Saint-Sébastien passait autrefois par Ernani, mais aujourd'hui elle contourne le massif des montagnes où est située cette petite ville. Il nous fallut donc la quitter au village d'Andoain, et prendre une petite route assez bonne qui se rend directement à Ernani. Un peu au delà de l'embranchement de ces deux routes, on voit affleurer des schistes et des calcaires noirs avec des fossiles du lias moyen, tels que *Pecten æquivalvis*, *Belemnites Bruguieranus*, et une Ammonite que nous crûmes être l'*A. Levesquei*, d'Orb.

Quand on a dépassé le village d'Ernani, on voit sur la gauche

se dessiner la ligne noire des exploitations de lignite. L'odeur annonce qu'ils sont sulfureux et en effet la quantité de soufre qu'ils contiennnent les rend impropres aux grandes industries. Ils servent principalement à cuire de la chaux ou à faire des briques. Certaines parties assez compactes ont quelque ressemblance avec les charbons du terrain houiller. Quant à leur position stratigraphique, elle est aussi claire que possible. La couche de charbon, qui peut avoir 6 à 7 pieds d'épaisseur, se trouve dans des argiles sableuses, jaunâtres, qui plongent sous le calcaire à *Requienia*. Or ce calcaire, ainsi que nous l'avons déjà dit, correspond à celui qui, à Angoulême, à Fouras, etc., contient les *Requienia lævigata*, le *Radiolites foliaceus*, le *R. polyconilites*, et qui dans l'île d'Aix surmonte des lignites du même âge que ceux d'Ernani.

Résumé général. — Les notes de voyage qui précèdent seraient trop incomplètes si nous ne les faisions suivre de quelques considérations plus générales que nous présenterons en suivant l'ordre des terrains.

Terrain jurassique (1). — Depuis le pic d'Anie au S. d'Oleron jusqu'à la frontière des Asturies et de la Galice, la chaîne des Pyrénées se dirige de l'E. à l'O. Entre le méridien de Saint-Sébastien et celui de Santander, elle s'abaisse notablement et son sommet le plus élevé en Biscaye, le mont Gorbea, n'a pas plus de 1512 mètres d'altitude. A cette diminution de la hauteur correspond une différence dans les terrains qui la composent. L'effort auquel elle doit son relief ayant été moindre dans cette partie, il en résulte que les terrains anciens sont restés ensevelis sous les dépôts plus modernes qu'ils n'ont pu déchirer et rejeter sur leur flancs; aussi ne trouve-t-on en Biscaye et en Alava, rien de plus ancien que le terrain jurassique, et encore n'en observe-t-on que trois lambeaux très circonscrits, deux en Biscaye et l'autre au S. de Peñacerrada en Alava. Nous reproduisons sur notre esquisse les deux lambeaux jurassiques indiqués sur la carte de Biscaye de M. Collette, mais nous avouerons que nous conservons quelques doutes sur leur existence. En effet la collection du musée de Bilbao, formée par les soins de M. Collette, ne renferme aucun fossile jurassique, et, dans une partie de la bande qu'il a coloriée près de

(1) Nous ne dirons rien des terrains plus anciens que nous n'avons pas eu occasion d'étudier. Le trias et le terrain paléozoïque qui occupent la partie N.-E. de notre carte ont été étudiés par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, et les limites que nous leur assignons sont copiées sur la carte géologique de la France.

cette ville comme étant de cet âge, nous avons découvert des fragments de *Requienia*. Il n'en est pas de même du petit îlot jurassique que nous avons observé au S. de Peñacerrada. Les fossiles, comme on l'a vu, sont ceux du lias moyen, une espèce d'Ammonite trouvée près de Montorio étant le seul indice de la présence de l'étage oxfordien. C'est également au lias moyen et au lias supérieur que se rapportent les couches jurassiques de la chaîne des Cameros en Castille, qui suit la rive droite de l'Ebre; nulle part nous n'avons rencontré en Espagne un représentant du lias inférieur. Dans la province de Santander, ainsi que dans celle de Palencia, entre Reynosa et Aguilar-del-Campo, c'est-à-dire sur les deux versants des Pyrénées cantabriques, nous avons observé le même phénomène, et l'on a vu plus haut que les fossiles recueillis par nous près du village d'Andoain en Guipuzcoa sont aussi ceux du lias moyen. Ce fait ne manque pas d'importance et tend à donner à l'étage inférieur du lias une valeur égale à celle des deux autres réunis.

Terrain crétacé. — Si dans la Biscaye et l'Alava les couches jurassiques sont en grande partie recouvertes, la craie au contraire se montre presque partout à la surface.

Après avoir formé à elle seule la majeure partie du sol de la première de ces provinces, elle s'avance au S. vers Orduña, constitue les chaînes assez élevées, connues sous le nom de Sierra Salvado et de Sierra de Arcena, limite le bassin tertiaire de Villarcayo et après s'être rétrécie à l'O. de Berguenda, au défilé de l'Ebre, se développe de nouveau dans les montagnes de Frias et de Pancorbo.

Pour avoir une idée de la répartition de la craie en Alava, il faut bien se rendre compte de l'orographie du pays. Cette province est traversée de l'E. à l'O. par trois chaînes de montagnes, dont la plus septentrionale est celle des Pyrénées.

Une seconde chaîne qui commence près de Pampelune suit de près la première, dont elle est séparée par la vallée longitudinale de la Borunda où passe la route qui unit les deux capitales de Navarre et d'Alava. Près de Salvatierra, cette chaîne s'écarte vers le S. et laisse, entre elle et les Pyrénées, une large plaine entourée de montagnes au milieu de laquelle est située Vitoria. Plus loin, à l'ouest, la route de Vitoria à Miranda la traverse près du télégraphe qui domine le village de Puebla de Arganzon, puis enfin elle s'abaisse pour se perdre à la rencontre des grands massifs crétacés de la Sierra d'Arcena. Sa composition est fort différente de celle des Pyrénées. En Navarre elle est presque entièrement formée de calcaires nummulitiques, tandis qu'en Alava la craie supérieure et

le terrain tertiaire lacustre y dominent successivement. Ses caractère orographiques ne contrastent pas moins que sa composition avec la chaîne pyrénéenne. En effet, elle a éprouvé de moins violentes dislocations, ses couches sont plus régulières, et ses sommets, moins découpés et plus aplatis, forment des plateaux allongés plutôt que des pics escarpés.

La troisième chaîne est celle qui limite la province d'Alava vers le S. et qui la sépare du grand bassin tertiaire de l'Ebre. C'est entre Frias et Pancorbo qu'elle prend une forme distincte et indépendante; elle semble faire suite à la Sierra d'Arcena que traverse l'Ebre au défilé de Sobron, se courbe à l'E., passe à Pancorbo, à Haro, où l'Ebre la recoupe encore, puis sous le nom de Sierra de Toloño et de la Poblacion, forme une muraille escarpée au N. de la Guardia et de Logroño. Son point le plus culminant paraît être la Peña-de-Joar, entre Aguilar et Santa-Cruz-de-Campezo, point à partir duquel elle s'abaisse subitement. Cette troisième chaîne est en général très disloquée, et son profil hérissé de pointes aiguës. Ses roches, très différentes de celles des Pyrénées sous le rapport de leur composition, sont cependant du même âge.

Classification de la craie. — Après avoir tracé rapidement la répartition géographique du terrain crétacé en Biscaye et en Alava, nous dirons quelques mots des divers horizons qu'on y peut reconnaître et qui sont au nombre de trois.

L'horizon inférieur, qui comprend les schistes, les psammites, les calcaires à *Requienia* et les grès jaunes qui les recouvrent, correspond aux couches de l'île d'Aix, aux calcaires de Fouras et d'Angoulême, avec *Requienia lævigata* et *Caprina adversa.* C'est évidemment le quatrième étage de la craie tuffeau de M. d'Archiac, ou en d'autres termes la partie supérieure de l'étage cénomanien de d'Orbigny. Il n'y a rien de plus ancien dans cette partie de l'Espagne (1), rien qui représente l'étage néocomien, ni le gault, ni même la craie de Rouen, dont on s'accorde assez généralement aujourd'hui à faire la base de l'étage cénomanien. Cette conclusion résultait déjà des études faites par l'un de nous aux environs de Santander (2), et avait été mise en relief par M. d'Archiac dans son *Histoire des progrès de la géologie* (3).

---

(1) Plus à l'O., près de Gijon, on trouve des *Toxaster oblongus* qui semblent indiquer l'existence de l'étage aptien.

(2) Verneuil, *Del terreno cretaceo en España.* (*Revista minera*, vol. III, p. 339, 360 et 464).

(3) Vol. V, p. 46. Disons en passant que cet admirable ouvrage

Les fossiles principaux qu'on y trouve sont les suivants :

Ammonites navicularis ?. — Entre Areta et Orosco.
Nerinea Bauga, d'Orb. — Portugalete.
Sphærulites foliaceus. — Ibid.
Requienia lævigata. — Ibid., défilé de l'Èbre, Irurzun.
Caprina striata. — Portugalete.
— *Verneuili*, Bayle. — Ibid., Sierra de Toloño.
Ostrea carinata. — Ibid.
Rhynchonella contorta, d'Orb. — Ibid.

Les échinides, si abondants dans la Sarthe sur le même horizon, sont rares ici. Nous n'avons trouvé que trois espèces qui caractérisent principalement la zone du *Sphærulites foliaceus ;* ce sont les suivantes :

Cidaris vesiculosa, Goldf. — Portugalete, Irurzun.
Hemipedina granularis, Cotteau. — Ibid.
Pygaster truncatus, Agass. — Ibid.

Parmi les polypiers, les plus abondants sont deux espèces d'Orbitolines, dont l'une, conique, paraît être l'*O. conica*, et dont l'autre, assez plane, ressemble à l'*O. media*. Au mont Gorbea et à Montorio, près de Peñacerrada, on trouve des *Stylina* et des *Thamnastrea*.

L'abondance des rudistes à Portugalete en Biscaye et sur tout le versant espagnol des Pyrénées, ainsi que les diverses espèces que nous venons d'indiquer, prouvent que les mêmes fossiles caractérisent les mêmes horizons sur les revers correspondants du bassin crétacé du S.-O. de la France. Ce n'est en effet ni à Biarritz ni à Dax, où la craie supérieure perce à peine au milieu du terrain tertiaire, qu'il faut chercher les équivalents des couches de la Charente, c'est-à-dire les dépôts les plus inférieurs de la craie de cette contrée. C'est plus loin, dans les Pyrénées et dans la chaîne cantabrique, entre Bilbao et Santander, qu'existent les anciens rivages où la craie à *Requienia* et à *Sphærulites foliaceus* s'est déposée avec un développement plus considérable encore qu'à Angoulême, et avec une faune moins riche, il est vrai, mais offrant les mêmes caractères généraux.

Notre étage inférieur n'a pas moins de 800 à 900 mètres d'épais-

---

résume toute la géologie de l'Espagne. Quand il sera terminé, on pourrait en extraire les chapitres qui concernent la Péninsule, et, en les publiant à part, en faire un volume des plus intéressants.

seur, et constitue la majeure partie des montagnes de la Biscaye et de la province de Santander. Dans cette dernière, on voit les schistes et les psammites perdre de leur puissance, et passer quelquefois à des grès où l'on rencontre des traces de lignite, comme dans le Guipuscoa et l'Alava. Ce sont les équivalents des couches à lignite de l'île d'Aix.

Si nous nous transportons maintenant à l'extrémité méridionale des provinces basques, dans la chaîne qui limite au N. le bassin de l'Ebre, nous retrouverons l'équivalent de cet étage, mais avec d'autres caractères. Les schistes et les psammites noirs ont disparu pour faire place à des calcaires qui n'ont plus la couleur foncée des précédents, mais qui prennent le *facies* de la craie méditerranéenne. Ce sont des roches dures, compactes, assez blanches ou jaunâtres, qui rappellent les calcaires crétacés de l'Aragon, du royaume de Valence, ou bien encore ceux des provinces méridionales de la France. Les fossiles y sont rares, mais caractéristiques. Quelques fragments de *Requienia* trouvés dans le défilé de l'Ebre au-dessus de Miranda, des Caprines citées par M. Dufrénoy dans les montagnes de Pancorbo, un bel échantillon de *Caprina Verneuili*, Bayle, que nous avons recueilli dans la Sierra de Toloño au S. de Peñacerrada, justifient le rapprochement que nous faisons de ces calcaires avec les schistes et les calcaires noirs des Pyrénées.

Il existe donc dans les provinces basques deux types crétacés fort distincts. Le premier, qu'on pourrait appeler le type de la craie noire, et dont les caractères minéralogiques rappellent ceux des terrains paléozoïques, est propre à l'axe et au versant N. des Pyrénées. Dans nos précédents voyages, nous l'avons suivi à travers la province de Santander, et nous l'avons vu se terminer par des schistes et des dalles calcaires noires avec Orbitolines à Luanco, près du cap de Peñas, à l'O. de Gijon en Asturies.

La craie d'Oviedo, ainsi que celle du revers S. de la chaîne cantabrique dans les provinces de Santander et de Palencia, appartiennent au deuxième type qu'on pourrait appeler le type espagnol ou méditerranéen.

Le contraste si frappant qu'offrent ces deux manières d'être de la craie paraît tenir aux circonstances qui ont présidé à son dépôt plutôt qu'à l'âge des dépôts eux-mêmes, puisque, malgré les différences qui caractérisent ces deux types, nous les considérons comme contemporains.

Le second des étages que nous distinguons dans la craie des provinces basques est celui des marnes et des calcaires bleus à *Micraster brevis* (*M. cor-testudinarium*), *Ananchytes ovata*, variété

striata (*Echinocorys vulgaris*), et à grands Inocérames (*I. Cripsii*, *I. regularis*, d'Orb.). A sa base, nous avons observé des couches avec des Ammonites mal conservées (peut-être l'*A. navicularis*), et qui nous ont rappelé les marnes à Ammonites de Santander, également placées entre les calcaires à *Requienia* et ceux à *Micraster brevis*. Ce deuxième étage s'appuie sur les grès jaunes quartzeux qui forment les pentes méridionales des Pyrénées. Ses couches inférieures affleurent à Murguia et à Domaiquia au S. du mont Gorbea, et suivent le pied de la chaîne jusqu'à Zalduendo entre Salvatierra et le Puerto San-Adrian. Les assises moyennes et supérieures s'étendent dans la grande plaine de Vitoria qu'elles recouvrent. A l'O. elles forment les pentes de la Sierra de Badaya, sont très riches en Ananchytes et en Micraster près du village de Mendoza, tandis qu'à l'E. elles pénètrent entre les sierras d'Urbasa et de Loquiz, et remplissent la vallée où sont situés les villages de San-Vicente-de-Arana, de Contrasta et de San-Martin en Amescoa, sans cesser de présenter la même abondance d'échinodermes. Les Ananchytes sont plus rares que les *Micraster*, et la variété propre à cet étage est un peu plus petite que la véritable *A. ovata* qui se trouve au-dessus.

Les couches à *Micraster brevis* ont une épaisseur considérable (300 à 400 mètres), et cependant elles s'étendent peu au delà des provinces du N. de l'Espagne. L'un de nous les a décrites près du phare de Santander où elles prennent l'aspect d'un calcaire assez dur. Il croit les avoir retrouvées au-dessus du terrain néocomien à Fontcalent près d'Alicante; mais elles sont encore inconnues dans le reste de la Péninsule. C'est ce qui explique comment jusqu'ici, dans nos voyages fréquents en Espagne, nous n'avions jamais trouvé d'Ananchytes, et pourquoi il n'en existe pas dans la belle collection de Madrid formée par les soins de MM. Casiano de Prado et Vilanova.

Fossiles. — Cet étage, qui contient à profusion deux ou trois espèces d'échinodermes, n'offre pas cependant une faune bien variée. Nous y avons trouvé les espèces suivantes :

Micraster brevis, Agass. (*M. cor-testudinarium*, Goldf.). — Domaiquia, Mendoza, Vitoria, Salvatierra, San-Vicente-de-Arana, Contrasta, San-Martin, Oteo.
— *Matheroni*, Agass. — Domaiquia.
Echinocorys vulgaris (*Ananchytes ovata*, var. *striata*). — Mendoza, Domaiquia, San-Vicente-de-Arana, San-Martin.
Holaster nov. sp., Cotteau. — Domaiquia, San-Martin.

Inoceramus regularis ou *Cripsii*, d'Orb. — Mendoza, Larrahona, Contrasta, San-Vicente-de-Arana.
Spondylus spinosus, Deshayes (*Plagiostoma spinosa* Sow.). — Salvatierra, Larrahona.
— *truncatus ?* — San-Vicente-de-Arana.
Janira quadricostata ?, d'Orb. — Ibid.

Ces espèces, quelque peu nombreuses qu'elles soient, caractérisent dans la série des terrains un horizon dont les équivalents sont bien connus, mais sur l'âge duquel les auteurs ne sont pas encore d'accord. Les uns, comme M. d'Archiac, le rapportent à la craie tuffeau, et les autres, comme d'Orbigny et M. Coquand, à la base de la craie blanche. Nos marnes bleues correspondent sans aucun doute au troisième étage que M. d'Archiac a établi dans la craie supérieure des Corbières, celui des calcaires jaunes avec échinides; or, dans son opinion, ces calcaires, qui contiennent, comme en Espagne, le *Micraster brevis* et l'*Echinocorys vulgaris* (*A. ovata*), espèces caractéristiques de la craie tuffeau supérieure, sont inférieurs au niveau des *Hippurites organisans* et *cornu-vaccinum* de la montagne des Cornes (1). D'un autre côté, nous pensons que ces mêmes marnes sont aussi les équivalents des couches à Ananchytes et à *Micraster* d'Aubeterre, de Barbezieux et de Talmont dans la Charente-Inférieure, de Tercis dans les Landes, des falaises de l'ermitage de la Madeleine, près Bidart, que nous avons visitées, des calcaires de Villedieu, etc., etc., que M. d'Orbigny considère comme formant la base de la craie blanche, et qu'il place dans son *étage sénonien*. C'est enfin le même horizon que M. Coquand, dans son grand travail sur la craie du S.-O., compare à l'horizon de Meudon, et qu'il appelle *étage campanien* (2).

Troisième étage. — Au-dessus des marnes bleues à Ananchytes, il existe en général des argiles ou des grès jaunâtres, avec des bancs subordonnés de calcaires argileux, qui renferment l'*Ostrea vesicularis*, l'*O. pyrenaica*, Leym., l'*O. larva*, et une grande espèce d'Ananchyte tout à fait identique avec l'*A. ovata* (var. *gibba*).

Dans les montagnes situées au S. de Vitoria, sur la route de Peñacerrada, l'*Ostrea larva* se trouve dans un calcaire supérieur à des grès tendres, d'une grande épaisseur, qu'on ne saurait distinguer minéralogiquement de la mollasse tertiaire. Une Rhynchonelle, voisine de la *R. difformis* ou *contorta*, d'Orb., a été recueillie

(1) *Mém. Soc. géol., de France*, 2e sér., vol. VI, p. 358, 1859.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XVI, p. 952, 1859.

par nous dans des marnes micacées situées entre les couches précédentes et les marnes bleues à *Micraster*.

Sur la route de Vitoria à Oquina, l'étage qui nous occupe est bien développé près des villages de Bolivar et d'Ullibari; il est représenté par des argiles et des grès jaunes micacés, alternant avec des calcaires marneux gris où nous avons trouvé l'*Ostrea vesicularis*, l'*O. pyrenaica*, et la grande *Ananchytes ovata*. Enfin, au col d'Opacua qui domine au S. la plaine de Salvatierra, nous avons trouvé dans des calcaires argileux et sableux l'*Otostoma rugosum* ou *Nerita* id. (1), l'*Ostrea vesicularis*, l'*O. larva*, l'*O. Matheroniana?*, et une Orbitoline assez plane que nous croyons être l'*O. secans* ou *socialis*, Leymerie. Cet étage, qui est évidemment celui de Gensac, c'est-à-dire le plus élevé qu'il y ait dans la craie des Pyrénées, est encore surmonté par les grès tendres et les sables à petits cailloux roulés de quartz blanc, qui prennent quelquefois l'aspect d'un terrain diluvien, et que nous avons vus recouverts par le groupe nummulitique entre Sabando et San-Vicente-de-Arana.

Avant de quitter le terrain crétacé, nous signalerons la singulière disposition qu'affectent ses différents étages. Si l'on part de l'axe des Pyrénées, et qu'on se dirige au S. jusqu'au bassin tertiaire de Miranda et de Treviño, on fait une coupe régulièrement ascendante, en traversant les trois étages de la formation crétacée avant d'atteindre les dépôts lacustres; mais au delà et avant d'entrer dans le grand bassin tertiaire de Burgos, qui à Haro devient le bassin de l'Èbre, on rencontre une autre chaîne crétacée, celle de Pancorbo et d'Haro, qui paraît appartenir en grande partie, sinon en totalité, à l'étage inférieur ou cénomanien. Entre cette craie et la mollasse tertiaire, il existe donc un hiatus considérable correspondant à nos deux étages crétacés supérieurs et au groupe nummulitique.

Quant aux substances utiles que renferme le terrain crétacé des provinces septentrionales de l'Espagne, nous mentionnerons seulement le zinc, le plomb, le fer, le sel, le gypse et le bitume. La plupart des gisements calaminaires, surtout dans la province de

---

(1) Cette coquille est certainement un individu jeune de celle qu'a figurée Goldfuss sous le nom de *Natica rugosa* et qui appartient à la craie supérieure de Maestricht; mais des moules recueillis dans la même couche par M. Binkhorst ont fait penser à M. d'Archiac, d'après la trace d'un bord denté dont ils portent l'empreinte, que la coquille pourrait être rapprochée plutôt du genre Nérite.

Santander, appartiennent à la craie. C'est aussi la place de ceux de San-Juan-de-Alcaraz au N. du royaume de Murcie (1), que nous avons reconnus se trouver presque au contact de la craie et du trias. Le gypse, si abondant dans ce dernier et dans les terrains tertiaires de l'Espagne, est rare dans la craie. Il est ordinairement accompagné d'ophite qui indique son origine métamorphique, comme à Maestu, à Estella, et au défilé de l'Ebre appelé las Conchas-de-Haro. Sur ce dernier point il y a aussi des sources salées. Quant au bitume, il se trouve près du contact de la craie et du groupe nummulitique.

Groupe nummulitique. — Il occupe une large bande sur les flancs des Pyrénées espagnoles, et s'élève, comme on sait, jusqu'au sommet du mont Perdu. Il est plus épais et plus développé en Catalogne que dans les autres provinces, et s'étend jusqu'au Montserrat. A mesure qu'on s'avance vers l'O., on le voit se rétrécir peu à peu, et se perdre enfin dans la province d'Alava, vers Maestu, Marquinez et Oquina. A sa terminaison, il forme plusieurs massifs montagneux, séparés les uns des autres par des vallées excavées dans la craie, que la petitesse de l'échelle de notre carte nous a forcés de réduire à deux. Les bassins lacustres de Miranda et de Villarcayo semblent, à l'inspection de la carte, faire suite à la grande zone nummulitique, et sont placés sur son prolongement. Nous regrettons de n'avoir pas pu voir leur point de contact, afin d'établir leurs rapports stratigraphiques. Quoi qu'il en soit, le terrain nummulitique marin se termine au S.-E. de Vitoria, et ne reparaît qu'après une interruption de 150 kilomètres, vers Columbres et San-Vicente de la Barquera, sur le bord de l'Océan. Ces points sont encore situés dans la direction de la grande bande sous-pyrénéenne, et en sont comme les sentinelles avancées. A partir de ce point, le terrain nummulitique disparaît sur tout le littoral océanique. Il n'existe ni en Asturies ni en Portugal où cependant la craie et le terrain tertiaire miocène sont parfaitement connus. Il faut redescendre au sud jusqu'à l'extrémité de la Péninsule, aux célèbres colonnes d'Hercule, pour en retrouver les traces. Les grès dont sont composées les montagnes situées entre Tarifa et Algesiras paraissent être de cette époque, et, si des Nummulites n'y ont pas encore été trouvées, nous en avons rencontré du moins près de Medina-Sidonia, puis dans les mon-

(1) *Géologie du S.-E. de l'Espagne* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 701, 1856).

tagnes de Ronda et d'Antequera, et près de Gaucin, entre Ronda et Gibraltar.

Un autre trait distinctif du groupe nummulitique, c'est qu'il ne pénètre pas dans l'intérieur du plateau qui forme la partie centrale de l'Espagne. Ainsi la bande sous-pyrénéenne ne s'étend jamais dans les montagnes au delà de l'Èbre; elle n'arrive même pas jusqu'à ce fleuve, et si, en Catalogne, on la voit s'agrandir et s'étendre davantage, c'est qu'alors elle suit le littoral de la Méditerranée et contourne le plateau central. Ce phénomène met dans tout son jour l'indépendance du terrain crétacé et du groupe nummulitique. En effet, là où n'a pu arriver la mer nummulitique, il existe des dépôts de la mer crétacée, et ces derniers, émergés pendant toute l'époque nummulitique, ne sont recouverts que par des dépôts lacustres. Ainsi se trouve mis en évidence le soulèvement, ou du moins le mouvement qui a déplacé les mers entre l'époque crétacée et l'époque nummulitique, et dont les Pyrénées n'avaient pu fournir des témoignages suffisants.

Bien que la bande nummulitique des Pyrénées espagnoles soit continue depuis Gerona jusqu'au point où nous la voyons se terminer au S.-E. de Vitoria, ses caractères minéralogiques changent considérablement. Dans les provinces de Navarre et d'Alava, sa masse est presque entièrement calcaire, et n'offre pas ces dépôts si épais de macignos et de conglomérats qui en forment la plus grande partie en Catalogne. Il semble que sa faune subisse les mêmes changements. Les nombreux échinodermes et les mollusques encore plus nombreux, qui peuplaient les mers de la partie orientale, disparaissent en grande partie et les Nummulites sont souvent les seuls corps organisés qu'on y découvre. A Lesaun au N. d'Estella, elles sont accompagnées de nombreux *Pecten* et d'une Térébratule voisine de la *T. succinea*, Desh. A Marquinez et à l'O. d'Estella, on les trouve associées à de grands *Cerithium* plus ou moins voisins du *C. Leymeriei*, d'Arch., et, entre Maestu et Sabando, de grands échinodermes (*Amblypygus Michelini*, Cotteau) leur servent encore de cortége. A Oquina, les Nummulites font place à des moules indéterminables de *Cardium* ou de Tellines.

Ce changement est d'accord avec les différences si tranchées que M. d'Archiac a signalées sur le revers N. des Pyrénées, entre les faunes du groupe nummulitique à l'E. et à l'O. du plateau de Lannemezan (1).

Les dépôts tertiaires de ce plateau qui masquent, mais qui pro-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XVI, p. 783, 1859.

bablement n'interrompent pas la continuité souterraine des dépôts nummulitiques compris entre les deux mers, ne peuvent expliquer les différences signalées par M. d'Archiac, puisque nous voyons des différences du même ordre se produire sur le revers S. des Pyrénées, là où la bande nummulitique est parfaitement continue. C'est donc avec beaucoup de sagacité que notre savant collègue a cherché la raison de ces différences dans quelques circonstances physiques, telles qu'un haut fond, une banquette sous-marine ou un cap avancé, qui mettaient les sédiments nummulitiques dans des conditions différentes de part et d'autre de cet accident orographique. Les conditions au contraire devaient être à peu près semblables entre les mers qui occupaient les provinces d'Alava et de Navarre et celles qui baignaient l'extrémité S. du royaume de Valence; car dans cette partie de l'Espagne, entre Alcoy et le cap San-Martin, le groupe nummulitique se compose presque entièrement de calcaires blancs qui forment aussi des montagnes fort élevées. Malgré l'absence des macignos, le groupe nummulitique, comme en Navarre, y atteint une puissance de 500 à 600 mètres.

Terrain tertiaire lacustre. — Le calcaire nummulitique est immédiatement surmonté par un poudingue dont les éléments sont formés principalement de cailloux de calcaire avec des Nummulites. Il est connu en France sous le nom de poudingue de Pallassou, et on le réunit ordinairement au groupe précédent, parce qu'il en partage les dislocations. Malgré cette concordance qui s'étend à tout le terrain lacustre, nous croyons devoir l'en séparer, en nous fondant sur son indépendance géographique. En effet, si en Navarre ce poudingue est intercalé entre le calcaire nummulitique et la mollasse de l'Ebre, en le suivant vers l'O., nous le voyons se continuer bien au delà de la limite où se termine la zone nummulitique. Depuis Marquinez et Oquina jusqu'à Subijana sur le rio Bayas, et même plus loin jusqu'à Salinas-de-Añana, il repose directement sur la craie, et, quoiqu'à 30 ou 40 kilomètres des derniers affleurements de calcaire nummulitique, il contient encore parmi ses éléments un assez grand nombre de cailloux qui en proviennent. Le transport de ces cailloux et la dureté de la roche qui les a fournis nous indiquent suffisamment que, si la formation des poudingues a suivi celle des dépôts nummulitiques, elle en a été séparée par un phénomène qui a émergé ces derniers et les a soumis à l'action érosive des eaux.

Ces circonstances nous paraissent devoir être prises en considération pour faire du poudingue le point de départ d'une époque

géologique qui correspondrait soit au terrain miocène, soit à la partie supérieure du terrain éocène, suivant les futures indications de la paléontologie.

Les travaux de MM. Noulet et Pouech, et surtout ceux de M. d'Archiac, nous ont prouvé que dans les départements de l'Ariége et de l'Aude, le terrain tertiaire inférieur ou éocène présente trois groupes distincts qui sont, de haut en bas, le groupe lacustre, le groupe nummulitique et le groupe d'Alet. Les bassins tertiaires de Miranda et de Villarcayo pourraient peut-être nous fournir les équivalents du groupe lacustre de Sabarat et de Castelnaudary. On n'y trouve que des Lymnées et des Planorbes qui sont malheureusement de très mauvais fossiles pour distinguer les terrains tertiaires de différents âges.

Quant au grand bassin tertiaire de l'Èbre, nous sommes porté à le considérer comme de l'époque miocène. Nous rappellerons d'abord que par le détroit de Burgos il se relie avec le plateau de la Vieille-Castille, dans lequel on a trouvé quelques ossements d'animaux caractéristiques de cette époque; puis nous signalerons plusieurs différences qui le distinguent des petits bassins lacustres de Miranda et de Villarcayo.

La véritable mollasse, c'est-à-dire les grès tendres de couleur grise ne sont pas très développés dans ces deux bassins, tandis que dans celui de l'Èbre, qui en est si rapproché, ils acquièrent une puissance considérable, et s'élèvent en couches horizontales à 300 ou 400 mètres au-dessus du fleuve, comme nous l'avons vu entre San-Vicente et Pecina. Le sel, le gypse et les sulfates de soude y forment des masses puissantes, régulièrement stratifiées (salines de Valtierra, de Remolinos, etc.), qui ne sont pas, comme à Añana, en rapport avec des roches éruptives. Des lignites assez abondants, des calcaires tendres remplis de Cérites ou de Potamides, comme à Fuendetodos à l'O. de Saragosse, caractérisent aussi les dépôts de l'ancien estuaire de l'Èbre.

Nous ajouterons enfin que la bande de poudingue, que nous avons signalée à la base des marnes tertiaires du bassin de Miranda, manque souvent dans celui de l'Èbre, et qu'à Pancorbo, à Haro, à Pecina et à Aguilar, la mollasse repose directement sur la craie.

Si de ces faits on peut induire avec quelque probabilité que le remplissage de ces bassins a été successif, que les premiers datent de la fin de l'époque éocène et le dernier de l'époque miocène, il est important de faire remarquer que tous ces dépôts partagent également les dislocations qui ont affecté le terrain crétacé. Excepté à Pecina, où la mollasse semble venir buter horizontale-

ment contre les escarpements de la craie, elle est en général très redressée sur les bords du bassin, et ses couches prennent même quelquefois la position verticale, comme entre Berguenda et Sobron, au défilé de Haro ou près du village d'Aguilar. Ces dislocations toutefois n'ont lieu que dans le voisinage de la craie; car, à mesure qu'on s'en éloigne, on voit le terrain tertiaire reprendre par degrés la position horizontale qu'il conserve alors dans la plaine de l'Èbre.

Ce redressement du terrain tertiaire moyen à l'approche de la craie ne se remarque pas seulement sur la rive gauche de ce fleuve ; c'est un phénomène commun en Espagne, que nous avons observé souvent et signalé près de Deza en Aragon, comme entre Teruel et Montalban (1). La craie et le terrain tertiaire miocène paraissent donc avoir été soumis à une même révolution ; mais ils n'en présentent pas moins cette différence, que la première est toujours en couches plus ou moins redressées, et imprime au pays qu'elle occupe le cachet d'un pays de montagnes, tandis que le second forme de grandes plaines ou des plateaux dans lesquels les couches sont restées horizontales, et n'ont subi de relèvement que sur les bords des bassins.

Si la chaîne crétacée qui limite au N. la vallée de l'Èbre a été soulevée depuis l'époque tertiaire moyenne, il n'en est pas de même de celle qui lui est opposée sur l'autre rive, qui s'étend des environs de Burgos à ceux de Saragosse, et dont le pic San-Lorenzo et le Moncayo marquent les points culminants. Composée en général de terrains plus anciens que la craie (jurassique, triasique et paléozoïque), son soulèvement est antérieur à l'époque tertiaire, ainsi que le prouvent l'absence des dépôts nummulitiques et l'horizontalité que les couches miocènes de l'Èbre conservent en s'appuyant sur ses flancs. Cette discordance, qui se voit très bien à Anguiano et à Belorado, a été signalée par nous dans un précédent mémoire (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XI, p. 679).

Diluvium. — Quelle que soit l'origine des dépôts diluviens que l'on observe assez généralement au pied des montagnes, il est digne de remarque que leur répartition est rarement symétrique, et qu'ils occupent souvent une étendue plus considérable sur un versant que sur l'autre. Ainsi, dans la chaîne cantabrique, tout le diluvium est sur le versant méridional. Des masses considérables de cailloux roulés ont comblé les plaines de Castille et de Léon, tandis qu'au N., soit en Asturies, soit dans la province de San-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XI, p. 667, 1854.

tander, on en trouve à peine quelques traces. Dans les Pyrénées, c'est le contraire qui a lieu. Le manteau diluvien, jeté pour ainsi dire sur une seule épaule, ne recouvre que les pentes septentrionales, et, quand on passe de France en Espagne, on est étonné de le voir si épais d'un côté et si léger de l'autre. Le plus souvent même les roches sont complétement à nu. Ainsi, dans la belle plaine de Vitoria, les marnes bleues à échinides sont partout à la surface du sol, et dans celle de l'Ebre la mollasse est à peine recouverte de quelques minces bancs de petits cailloux roulés. Cette plaine cependant porte encore les traces de la puissante dénudation qui lui a donné sa forme actuelle, et les monticules si nombreux qui hérissent sa surface, primitivement unie et horizontale, ne doivent leur origine qu'aux dégradations des eaux diluviennes.

Quand on est en face de phénomènes d'une telle grandeur, on ne peut s'empêcher d'en rechercher les causes. Il faut avouer qu'en général rien n'est plus difficile que de remonter à la source des courants diluviens ; mais ici peut-être l'origine en est-elle plus facile à découvrir. En effet, si, comme tout concourt à le faire croire, le grand lac qui a jadis couvert la Vieille-Castille s'est écoulé vers la Méditerranée, ses eaux ont dû suivre la direction de l'Ebre, et l'on comprend facilement que dans leur retraite rapide elles aient raviné le sol, et lui aient donné la forme qu'il a aujourd'hui, sans avoir le temps de façonner et d'accumuler ces masses de cailloux roulés qui sont le résultat d'actions plus lentes et plus prolongées.

Note sur les Échinides recueillis en Espagne par MM. de Verneuil, Triger et Collomb ; par M. Cotteau.

TERRAIN NUMMULITIQUE.

1. *Amblypygus Michelini*, Cott.

Cette espèce a été mentionnée pour la première fois dans notre *Catalogue des Échinides des Pyrénées ;* nous ne connaissions qu'un seul individu recueilli par M. Leymerie dans le terrain nummulitique du massif d'Aussun près Saint-Michel (Haute-Garonne) (1). Les exemplaires rapportés d'Espagne sont assez nombreux ; bien que leur face inférieure soit un peu moins déprimée et leur anus

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 336. — Desor, *Synops. des Échin. foss.*, supplément, p. 452.

encore plus rapproché du bord, ils ne sauraient être distingués du type (modèle en plâtre y. 8.).

Loc. — Entre Maestu et Sabando (Alava).

Coll. — De Verneuil, Triger.

2. *Conoclypus*, nov. sp. ?...

Malgré la mauvaise conservation des échantillons que nous avons examinés, nous n'hésitons pas à les rapporter au genre *Conoclypus ;* ils forment probablement une espèce nouvelle : leur taille et leur ambitus ovale les rapprochent au premier aspect du *Conoclypus anachoreta*, Agassiz, du terrain nummulitique d'Yberg (1); mais ils s'en distinguent certainement par leur face supérieure moins conique, leurs ambulacres tout à fait droits et cessant d'être pétaloïdes à quelque distance du bord, leur péristome relativement plus petit.

Loc. — Défilé de l'Èbre au-dessus de Miranda. (Suivant les auteurs du mémoire qui précède, il n'y aurait dans ce point que du terrain crétacé.)

Coll. — De Verneuil, Triger.

3. *Echinanthus*, nov. sp. ?...

Mentionnons également dans le terrain nummulitique un *Echinanthus* que nous croyons nouveau : il est de petite taille, ovale, arrondi en avant, subrostré en arrière; la face supérieure est légèrement bombée et la face inférieure subconcave ; le péristome est excentrique en avant et entouré de forts bourrelets. Malheureusement l'exemplaire recueilli est unique et en assez mauvais état de conservation.

Loc. — Environs d'Estella.

Coll. — Triger.

MARNES BLEUES CRÉTACÉES (ÉTAGE SÉNONIEN).

4. *Echinocorys vulgaris*, Breynius.

Les nombreux exemplaires rapportés d'Espagne appartiennent à deux variétés :

La variété *striata* la plus abondante est remarquable par sa

(2) Desor, *Synopsis des Échin. foss.*, p. 319, pl. XXXIII, fig. 5-7.

taille constamment peu développée, sa forme allongée, arrondie en avant, subanguleuse en arrière, sa face supérieure très élevée et marquée dans la région postérieure d'une carène plus ou moins apparente.

Loc. — Mendoza, Domaiquia, entre la Venta-de-Barindano et San-Martin, San-Vicente-de-Arana, sud de Vitoria, Salvatierra; dans ces différentes localités la variété *striata* se rencontre presque toujours associée au *Micraster cor testudinarium*.

La variété *gibba* est beaucoup plus grosse; sa face supérieure est plus convexe et sa carène postérieure toujours plus atténuée. Elle occupe un horizon supérieur au *Micraster cor testudinarium*.

Loc. — Elle se rencontre à Bolivar, à Ullibarri sur la route de Vitoria à Maestu, et dans les montagnes au sud de Vitoria.

5. *Holaster*, nov. sp.

Hauteur, 40 à 45 millimètres; diamètre transversal, 103 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 95 millimètres.

Cette espèce remarquable par sa grande taille, son aspect cordiforme, son sommet apicial à peu près central, sa face supérieure subdéprimée, son sillon antérieur presque nul en dessus et très apparent vers l'ambitus, nous a semblé nouvelle. Elle se rapproche de l'*Holaster integer* qu'on rencontre au même niveau géologique, mais elle s'en distingue par sa forme plus large que longue, plus déprimée au-dessus, plus épaisse à l'ambitus, et surtout par un sillon antérieur beaucoup plus accusé. Sa physionomie générale la rapproche peut-être davantage de l'*Holaster subglobosus* de l'étage cénomanien de Rouen, mais cette dernière espèce sera toujours reconnaissable à sa taille constamment plus petite, à son ensemble plus globuleux, à sa face supérieure plus convexe et subcarénée en arrière, à ses ambulacres composés de zones porifères plus égales et relativement plus étroites.

Loc. — San-Martin.

Coll. — Triger.

6. *Micraster cor testudinarium*, Agassiz (1).

Les échantillons très nombreux que nous avons examinés varient beaucoup, non-seulement dans leur forme, mais encore dans

(1) Nous réunissons au *Micraster cor testudinarium* les *Micraster gibbus*, Ag. (*Spat.*, Goldfuss, non Lamarck), et *brevis*, Desor.

quelques-uns de leurs caractères qu'on pourrait croire essentiels. La face supérieure est le plus souvent très renflée, parfois cependant elle se dilate et se déprime ; la face postérieure est tantôt tronquée presque verticalement et tantôt convexe, arrondie à la base et sensiblement rentrante ; les ambulacres sont plus ou moins creusés, plus ou moins allongés en arrière ; leur forme ordinairement subflexueuse est quelquefois presque droite, mais ces variétés se relient entre elles et appartiennent certainement à un même type.

Loc. — San-Martin en Amescoa (Navarre), San-Vicente (Alava), Contrasta (frontière de Navarre et d'Alava), sud de Vitoria, Salvatierra.

7. *Micraster Matheroni*, Agassiz ?...

Nous rapportons à cette espèce de gros *Micraster* à la forme renflée, aux ambulacres larges et profonds; malgré leur grande taille, il se peut qu'ils ne soient encore que des variétés du *Micraster cor testudinarium*.

Loc. — Domaiquia.

Coll. — de Verneuil.

CRAIE CÉNOMANIENNE.

8. *Cidaris vesiculosa*, Goldfuss.

Les exemplaires recueillis en Espagne sont parfaitement caractérisés par leur forme, leur taille, le nombre et la disposition de leurs tubercules et les six rangées de granules qui garnissent les ambulacres, et ne nous laissent aucun doute sur leur détermination.

Loc. — Portugalète en Biscaye.

Coll. — De Verneuil, Triger.

9. *Hemipedina granularis*, Cott.

L'échantillon que nous rapportons à l'*Hemipedina granularis* présente beaucoup de ressemblance avec l'*Hemipedina Kleinii* (*Diadema*, Ag.) dont il ne s'éloigne réellement que par ses tubercules un peu plus développés. Les deux espèces du reste, comme nous l'avons déjà fait remarquer dans nos *Échinides de la Sarthe*, sont très voisines, et, à moins d'avoir sous les yeux des individus d'une conservation parfaite, il est quelquefois assez difficile de les distinguer.

Loc. — Portugalète.

Coll. — Triger.

10. *Pygaster truncatus*, Agassiz.

Cette espèce fort rare n'a encore été rencontrée que dans un petit nombre de localités. Le fragment qui nous a été communiqué est parfaitement reconnaissable et nous y retrouvons tous les caractères du type : forme transversalement ovale, péristome décagonal et allongé, tubercules perforés, non crénelés, disposés en séries régulières.

Loc. — Portugalète.

Coll. — Triger.

Ces trois dernières espèces, notamment les *Cidaris vesiculosa* et *Pygaster truncatus*, sont essentiellement caractéristiques de l'étage cénomanien ; aussi leur présence à Portugalète ne doit-elle laisser aucun doute sur l'existence de ce terrain dans cette partie de l'Espagne.

Séance du 5 *mars* 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Sépulchre (Joseph), ingénieur civil des mines, administrateur des hauts fourneaux d'Aulnoy-Berlaimont (Nord), demeurant à Huy (Belgique), présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et Levallois.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G. Cotteau, *Paléontologie française* (d'Orbigny). *Échinides irréguliers, genres* Catopygus, Oolopygus, Pyrina *et* Echinoconus (extr. du t. VI des *Terrains crétacés*), in-8, pp. 433-565, pl. 1001 à 1006, Paris, 1859 ; chez Victor Masson.

De la part de MM. Degousée et Ch. Laurent, *Coupe du sondage d'Athènes* (*Ferme de la Reine*) (manuscrit), 1 feuille.

De la part de M. Henri Hogard, *Recherches sur les formations erratiques*, 1858, 1 vol. in-8, 235 p., avec atlas in-f., 19 pl., Paris, chez F. Savy; Épinal, chez veuve Gley.

De la part de M. A. Passy, *Carte géologique du département de l'Oise, dressée sur la carte topographique du Dépôt de la guerre et d'après les travaux de M. Graves*, etc.; 4 f. grand-aigle, 1858, échelle $\frac{1}{80000}$.

De la part de M. R. Thomassy, *Essai sur l'hydrologie du Mississipi* (extr. de la *Géologie pratique de la Louisiane*), in-4, 49 p., Paris, 1859; chez Victor Masson.

De la part de M. le docteur M. Hörnes, *Die fossilen Mollusken des tertiœr Beckens von Wien*, IIe volume, *Bivalves*, in-f., 116 p., 11 pl., Vienne, 1859; chez W. Braumüller.

De la part de M. le docteur Lange, *Verbreitung der Steinkohlen formation im Königreiche Sachsen*, in-f., 4 p., 1 pl., Leipzig, décembre 1859.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, n° 9.

L'Institut, n° 1365, 1860.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne, t. V, 1re livraison, juillet à septembre 1859, et atlas.

Soc. imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., XIe année, n° 6, décembre 1859.

The Athenæum, n° 1688, 1860.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt, 1859, n° 2, avril, mai, juin.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. X, n° 2, février 1860.

M. d'Archiac exprime le regret que la Société n'ait pas encore publié de notices biographiques sur deux des membres qui l'ont honorée le plus, M. Alexandre Brongniart et M. Dufrénoy.

M. le Président croit se faire l'interprète de la Société géologique en priant M. d'Archiac de vouloir bien se charger de faire une notice sur M. Dufrénoy, et M. d'Omalius d'Halloy de faire une notice sur M. Alexandre Brongniart. Parmi les confrères qui nous entourent, ajoute M. le Président,

aucun ne me semble plus digne que MM. d'Archiac et d'Omalius d'Halloy d'exposer les grandes œuvres des deux géologues qui ont laissé un si cher et si illustre souvenir dans la Société géologique de France.

M. d'Archiac et M. d'Omalius d'Halloy répondent qu'ils acceptent le mandat que M. le Président leur confie.

M. Cotteau présente la note suivante :

Note sur le genre Heterocidaris, *nouveau type de la famille des Cidaridées;* par M. G. Cotteau (pl. IV).

M. Triger a découvert tout récemment dans l'oolithe inférieure de la Sarthe un oursin fort curieux ; il sera décrit et figuré dans notre ouvrage sur les échinides de la Sarthe. Cependant, dès à présent, nous voulons appeler l'attention sur ce type nouveau, en fixer les caractères, et rechercher la place qu'il doit occuper dans la série.

Cet échinide, remarquable non-seulement par sa taille énorme, mais encore par le nombre et la disposition de ses tubercules, par la structure de ses ambulacres et de son péristome, appartient à la grande division des *échinides réguliers*, et ses caractères le rapprochent à la fois des Cidaridées et des Diadématidées, sans cependant qu'il soit possible de le réunir à aucun des genres qui composent ces deux familles ; aussi n'avons-nous pas hésité à en faire le type d'une nouvelle coupe générique à laquelle nous donnons le nom d'*Heterocidaris* et dont voici la diagnose :

Test de grande taille, circulaire à l'ambitus, renflé et subconvexe en dessus, presque plan en dessous. Interambulacres larges, garnis de six à huit rangées de tubercules très gros, homogènes, scrobiculés, fortement crénelés et perforés. Plaques interambulacraires beaucoup plus longues que larges, légèrement infléchies au milieu. Granules peu abondants, inégaux, entourant les scrobicules et remplissant l'espace intermédiaire. Ambulacres très étroits, un peu flexueux à la face supérieure, pourvus de deux rangées de petits granules alternes, espacés, distinctement crénelés et perforés. Pores simples, non conjugués par un sillon, directement superposés ; montrant à la face inférieure, sans cependant se multiplier, même sur les bords de la bouche, une tendance assez prononcée à se grouper par triples paires ; convergeant obliquement vers le milieu de l'ambulacre ; mais cette disposition trigéminée n'est qu'apparente, et en réalité les pores forment

plutôt des demi-cercles sur le flanc externe des granules (fig. 4). Péristome médiocrement développé, subpentagonal, muni de lèvres ambulacraires beaucoup plus étroites que les lèvres interambulacraires. Radioles allongés, cylindriques, couverts de stries fines, longitudinales, et de granules épars et atténués.

Comme on le voit par les caractères que nous venons de lui assigner, le genre *Heterocidaris* constitue un type singulier. Voisin des véritables *Cidaris* par sa forme circulaire, ses ambulacres étroits, subflexueux et garnis de granules, et par la structure de son péristome, il s'en éloigne par ses pores affectant aux approches de la bouche une disposition trigéminée, par ses plaques coronales plus longues, plus étroites, et par conséquent plus nombreuses, et surtout par les rangées multiples de gros tubercules qui remplissent ses interambulacres. Ce dernier caractère donne à notre nouveau genre une physionomie toute particulière qui le rapproche beaucoup, au premier aspect, de certaines formes de Diadématidées, et notamment des *Astropyga* de Gray dont toutes les espèces se distinguent par leur grande taille, leurs ambulacres garnis de granules, leurs tubercules interambulacraires très gros, homogènes, crénelés et perforés; mais ce rapprochement entre une série d'échinides qui vivent à l'époque actuelle et un genre spécial jusqu'ici à l'oolithe inférieure est plus apparent que réel, et, quand on compare avec soin les deux genres, non-seulement on cesse de les confondre, mais on reconnaît qu'ils appartiennent, par la forme de leurs ambulacres et de leur péristome, ainsi que par la disposition de leurs pores près de la bouche, à deux types bien différents.

La seule espèce d'*Heterocidaris* que nous connaissons est celle qui a servi à établir le genre ; nous la dédions à M. Triger qui l'a recueillie dans l'oolithe inférieure du Chevain (Sarthe). Nous rapportons à l'*Heterocidaris Trigeri* une plaque interambulacraire rencontrée par M. Babeau dans l'oolithe inférieure des environs de Langres (Haute-Marne), au même niveau que les *Cidaris spinosa* et *Courtaudina*. Ce fragment, bien que très incomplet, suffit pour faire reconnaître d'une manière positive l'espèce qui nous occupe.

Dans quelle famille doit-on placer le genre *Heterocidaris ?* Faut-il, en raison du nombre et de la disposition de ses tubercules, le réunir aux Diadématidées ? Ne serait-il pas plus naturel de le laisser parmi les Cidaridées dont il présente les ambulacres et le péristome ?

La famille des Cidaridées telle que nous la circonscrivons correspond à la tribu des Angustistellés de M. Desor ; elle se compose

d'un petit nombre de genres tous parfaitement caractérisés par leur forme circulaire et renflée ; leurs interambulacres garnis seulement de deux rangées de gros tubercules ; leurs ambulacres étroits et plus ou moins flexueux ; leurs pores simples du sommet à la bouche ; leur péristome subpentagonal à lèvres ambulacraires très étroites. La plupart de ces caractères se retrouvent dans le genre *Heterocidaris*. Deux cependant font défaut : 1° les interambulacres, au lieu de deux rangées de gros tubercules, en ont six et même huit vers l'ambitus, et les plaques qui les supportent sont plus longues, plus étroites, et par conséquent plus nombreuses que dans tous les autres genres de la famille des Cidaridées ; 2° les pores ne sont pas simples du sommet à la bouche, et affectent aux approches du péristome une tendance trigéminée bien prononcée. Ces différences sont assurément importantes ; cependant elles n'offrent rien qui soit incompatible avec les caractères essentiels des Cidaridées, et ne peuvent avoir qu'une influence secondaire sur l'organisation de l'animal.

Notre genre au contraire, malgré cette ressemblance de physionomie que nous signalions tout à l'heure, se sépare des Diadématidées par un caractère de premier ordre, nous voulons parler de la structure de son péristome qui est pentagonal, et muni de lèvres ambulacraires beaucoup plus étroites que celles qui correspondent aux interambulacres, tandis que chez les Diadématidées le péristome est toujours décagonal, profondément entaillé, et remarquable par la largeur de ses bords ambulacraires. A cette différence de structure se rattachent, d'après les savantes observations de Jean Müller (1), de très importantes modifications dans le système respiratoire.

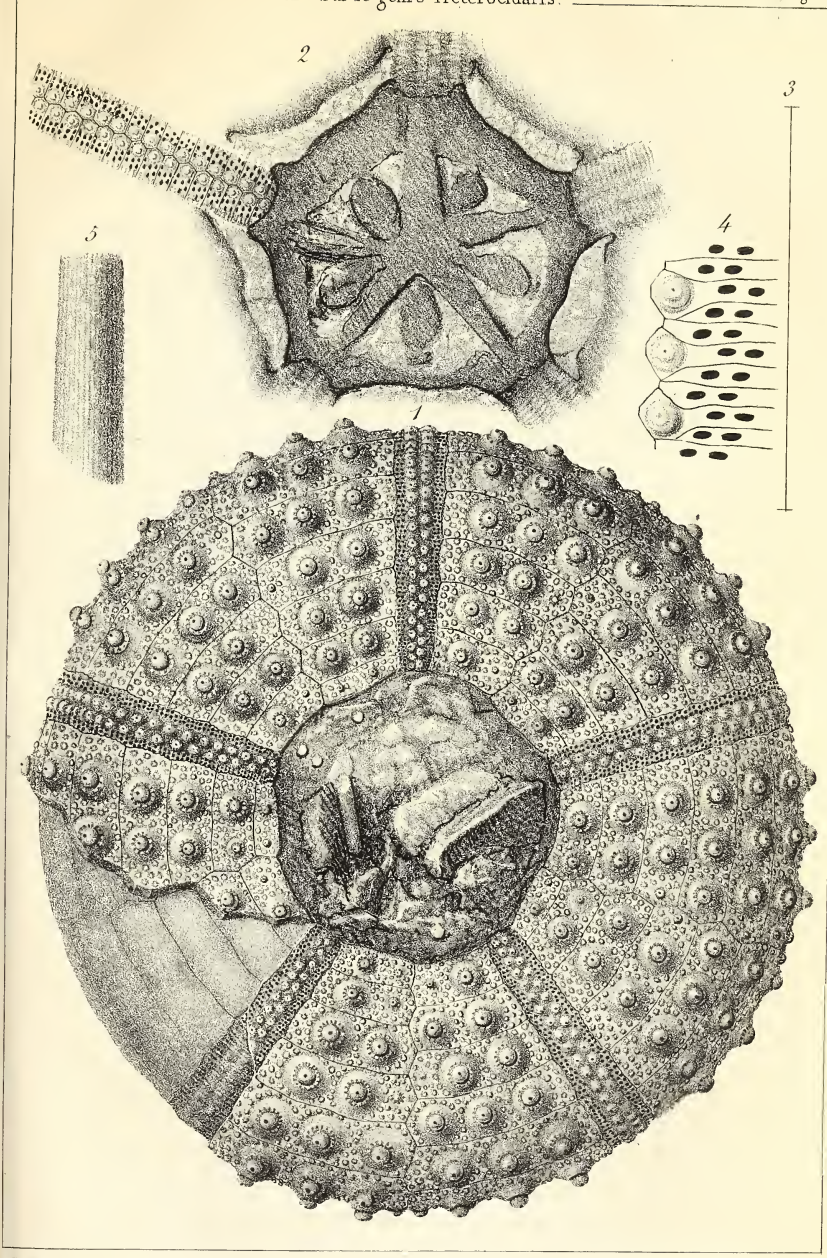
Le genre *Heterocidaris* fait donc partie de la famille des Cidaridées ; mais il y forme un genre tout particulier, nettement tranché, et que nous plaçons à la fin de la famille. C'est un type très intéressant à étudier, en raison même de ses caractères intermédiaires, et qui est aux Diadèmes à tubercules multiples ce que les véritables *Cidaris* sont aux Diadèmes à tubercules simples.

Explication de la planche IV.

Fig. 1. *Heterocidaris Trigeri*, vu sur la face supérieure, de grandeur naturelle.

Fig. 2. Partie de la face inférieure montrant la disposition des pores,

(1) *Uber den Bau der Echinodermen*, von Joh. Müller, 1854.



Humbert del. Lith. Becquet frères.

Heterocidaris Trigeri, Cotteau.

BRITISH MUSEUM
G S D
NATURAL HISTORY

la forme du péristome et quelques traces de l'appareil masticatoire.

Fig. 3. Hauteur.

Fig. 4. Plaques ambulacraires montrant la disposition trigéminée et subonduleuse des pores.

Fig. 5. Radiole grossi.

M. Chatin fait la communication suivante à propos de la cargneule iodurée qui a été présentée dans l'avant-dernière séance.

Sur l'eau minérale et la roche de Saxon en Valais; par M. Ad. Chatin.

Je viens ajouter quelques faits à ce qui a été dit dans la séance du 6 février sur la cargneule iodurée qu'a présentée M. Gosselet au nom de M. Blondeau, pharmacien.

On n'a pas oublié que deux circonstances offrent un grand intérêt dans l'histoire de cette eau, savoir sa richesse extrême en iode et la très remarquable ioduration d'une roche située dans le voisinage.

Je n'ai pas examiné sur place cette singulière roche, dont tous les fragments rapportés à Paris exhalent une forte odeur d'iode. On a dit avoir observé de l'iode déposé à la surface des cassures de la roche, mais ce fait n'est pas acquis, et la facilité avec laquelle se décomposent à l'air les iodures de calcium et de magnésium (la roche est une cargneule) suffit pour rendre compte de l'odeur qu'elle exhale.

La roche iodifère forme une sorte de grotte, de la paroi de laquelle ont été détachés les fragments mis sous les yeux de la Société. M. le docteur Herpin (de Metz) assure avoir retrouvé l'iode dans une portion de la roche prise à 2 kilomètres de la grotte. On comprend quel intérêt il y a pour les géologues à vérifier ce dernier fait et à fixer, autant que possible, l'étendue sur laquelle la cargneule est pénétrée par l'iode. L'examen des localités par quelqu'un familiarisé avec l'étude du terrain peut seul permettre de fixer le degré de généralité, et, par suite, l'importance du fait d'ioduration de la roche. Cet examen guidera aussi dans l'explication à donner du fait lui-même. La roche est poreuse, facilement pénétrable. A-t-elle été iodurée autrefois par une sublimation, une injection d'iode? Le phénomène se continue-t-il de nos jours comme cela a lieu pour diverses matières dans les volcans et les solfatares? L'iode de la roche est-il dû à une émanation

de la source? Ou celle-ci se charge-t-elle d'iode à la suite du lavage de la roche par les eaux pluviales? Ces questions et quelques autres qui pourraient être faites à la suite ne peuvent manquer d'être éclairées par les géologues qui visitent le Valais.

Quant à l'eau elle-même, elle a donné lieu à l'observation de phénomènes qui intéressent sa propre constitution, en même temps qu'ils peuvent jeter quelque jour sur les causes de la minéralisation (ioduration) de la roche.

Et d'abord la présence de l'iode dans l'eau est d'origine récente, ou du moins se manifestait, il y a à peine quelques années, avec intermittence. Ce point est acquis par nos analyses faites sur les lieux en novembre 1852, époque à laquelle je trouvai à peine 1/300e de milligrammes d'iode par litre d'eau, c'est-à-dire deux ou trois fois moins que dans l'eau de la Seine, non moins que par celles de M. Morin (de Genève), qui ne signalait pas ce corps dans les recherches faites en 1843.

En 1852, M. Morin ayant repris ses analyses, trouva pour 1 kil. d'eau : 0 gramme, 0^{gr},0296 ; 0^{gr},0400 et 0^{gr},1485. En mars 1853, le même chimiste trouvait de 0^{gr},0141 à 0^{gr},1172 d'iode.

MM. Rivier et Fellemberg constatent aussi que l'iode varie de 0 gramme à 0^{gr},0981. Sur 121 réactions faites à la source dans l'espace de cinq jours, ils obtiennent quarante-sept fois seulement des indices d'iode.

M. Brauns est conduit de son côté à des résultats qui varient de 0 gramme à 0^{gr},1480.

MM. Heideprim et Foselger de Berlin, trouvent par litre d'eau de 0^{gr},046 à 0^{gr},148 d'iode.

L'intermittence de l'ioduration de la source de Saxon était donc parfaitement établie quand, en avril 1855, M. O. Henry publia à son tour une analyse des eaux de cette source : 0^{gr},937 d'iode, telle est la quantité que le conduisit à admettre une série de résultats concordants, qu'il confirma encore par des recherches faites en 1856. Or, cette constance de l'ioduration de l'eau de Saxon ne se serait pas démentie aujourd'hui encore, suivant M. O. Henry.

On comprend très bien que tous ces points : apparition récente de l'iode dans l'eau de Saxon ; intermittence de l'iode durant une certaine période ; constance de la proportion d'iode depuis un petit nombre d'années, puissent être tous conformes à la vérité. Mais, tandis que le premier point n'est plus susceptible de vérification et que le deuxième est surabondamment prouvé, le

troisième point vient d'être mis en doute par un travail considérable de M. Morin (*Journal de physique et de chimie*, novembre et décembre 1859), qui a vu en particulier, le 15 novembre 1859, l'iode varier de $0^{gr},00167$ à $0^{gr},2257$!

Ici donc encore, les géologues voyageurs feront chose utile en faisant provision d'eau en même temps que de roche. On arrivera à la vérification des résultats donnés par M. Morin en prenant l'eau à diverses heures d'une même journée et à quelques jours d'intervalle. Il sera surtout intéressant de comparer entre elles les eaux recueillies aux diverses saisons.

On a essayé de jeter de la défaveur sur mes propres résultats en disant que je ne m'étais pas mis en garde contre la sulfuration des eaux, que je n'avais pas pris moi-même les eaux à la source, enfin, que mes analyses avaient eu pour objet l'eau de *Saillon*, et non celle de *Saxon*. Aucune de ces assertions ne mérite d'être réfutée et moins encore celle relative à Saillon, dont la source, notablement iodurée, n'est connue des chimistes que par mes recherches. Les circonstances dans lesquelles je découvris la source thermale de Saillon offrent d'ailleurs un tel intérêt que je prie la Société de m'accorder encore quelques-uns de ses précieux instants pour que je les rappelle.

Ayant demandé à Martigny quelles étaient les localités des environs où l'on comptait le plus grand nombre ou le nombre le plus petit de goîtreux et de crétins, chacun me nomma Fully et Saillon, deux gros villages placés presque en face de Martigny, dans les beaux vignobles qui couvrent les pieds de la haute chaîne de montagnes étendue sur la rive droite du Rhône. A Fully, me dit-on, vous trouverez plus de goîtreux et de crétins que sur tout autre point du Valais ; à Saillon, au contraire, vous chercherez inutilement des hommes affectés de ces maladies. Et comme toutes les conditions semblent communes à ces villages, le contraste qu'ils offrent par la santé de leurs habitants se présente comme un problème insoluble.

Je me dirigeai sur les villages afin de les observer moi-même et de recueillir, en tous cas, des produits pour mes analyses.

Bientôt je reconnus que, comme on me l'avait annoncé, Fully et Saillon se ressemblent par leurs habitations et le milieu où ils s'élèvent. Contigus l'un à l'autre comme le sont, près Paris, les villages de Passy et de Chaillot, ou ceux de Ménilmontant et de Belleville, tous deux exposés en plein sud, situés à la même hauteur sur la pente inférieure de la montagne et sur le point de la vallée du Rhône où celle-ci a le plus de largeur (3 à 4 kilomètres),

plongés dans la même atmosphère rendue un peu humide par les vapeurs du Rhône et des torrents qui descendent des glaciers, ainsi que par les émanations qui s'élèvent des marécages de la vallée, tous deux battus des mêmes vents (vents du S.-O. de dix heures du matin à cinq heures du soir), formés l'un et l'autre de maisons à un et deux étages élevés sur des hangards et peu entremêlées de ces grands noyers ou châtaigniers si prodigués ailleurs, mais qui nuiraient aux vignes, principale culture des habitants, tous deux occupés par une *population que tente souvent l'excellence du vin*, nos deux villages se présentèrent à mon observation aussi pareils que les deux moitiés d'un tout. Je constatai bien une différence. Fully et ses cultures reposent sur une roche granitoïde ; Saillon et ses vignobles s'élèvent sur un calcaire subschisteux appartenant à la formation du lias. Mais cette différence même, qui correspond à une faille dans le pied de la montagne, est d'autant moins propre à expliquer le contraste morbide, qu'il est plus ordinaire de rencontrer des goîtreux sur les schistes du lias que sur le granite : ajoutons que le vin des calcaires de Saillon passe pour être plus capiteux que celui des granites de Fully.

J'avouerai qu'après cet examen je ne pus me défendre de penser que les habitants de Fully et de Saillon différaient moins, quant au goître et au crétinisme, qu'on ne l'affirmait ; les faits semblèrent d'abord répondre à mon attente. Pour ne rien dire des crétins et crétineux qui entrent dans le chiffre des habitants pour $\frac{4-5}{100}$, je ne vis à Fully que des goîtreux, y compris M. le châtelain Bixet, à qui l'on m'avait adressé comme très capable de me fournir les renseignements que je pouvais avoir à recueillir, et qui, soit dit en passant, me donna à entendre, comme c'est l'usage du pays, que le crétinisme appartenait à l'histoire, et que le goître était fort rare. Cette circonstance me rappelle que deux ans auparavant, lorsque j'explorais la vallée de l'Isère, M. X., propriétaire du château de Goncelin, m'assurait que le crétinisme avait disparu, au moment même où, dans un coin de son salon, j'apercevais sa propre fille crétine ! C'est ainsi encore qu'à Martigny, où la commune les secourt à la condition qu'ils ne se montreront pas au dehors pendant la saison des voyages, et à Sion, où on les soigne dans un hôpital fermé comme une prison, les habitants affirment qu'il n'y a plus de crétins.

Ce qu'on m'avait dit à Martigny sur Fully était donc exact. Mais il n'en fut pas tout à fait de même de Saillon où j'aperçus, dès mon arrivée, un jeune crétin et quelques goîtreux. Je me rendis chez le président, M. Moulin, afin de lui demander quelques

éclaircissements. Ce fut une heureuse inspiration que celle qui me conduisit chez ce fonctionnaire. Au-dessus des préjugés, doué de cette nette et froide raison qui fait l'observateur sagace et se développe souvent à un degré d'autant plus éminent que le milieu semble y mettre plus d'obstacles, comme par une réaction de l'organisme contre les causes qui l'oppriment, comme si dans ces contrées, où tant d'hommes sont abaissés au niveau de la brute, il était nécessaire que des intelligences d'élite surgissent pour tenir le drapeau des prérogatives de notre race. Ayant prié M. le président de Saillon de me faire connaître les circonstances qui, de près ou de loin, lui semblaient se rattacher à mes études sur les causes du goître, voici ce qu'il m'apprit.

« Il est bien vrai que Saillon est renommé dans le Valais pour » n'avoir ni crétins ni goîtreux, mais il ne mérite plus sa réputa- » tion; depuis cinq ou six ans, le nombre des goîtreux est assez » considérable, et chaque jour il augmente. Je ne sais à quoi tient » le mal, mais je l'observe, et j'en suis trop sûr. Tenez, ajouta-t-il » en me montrant ses enfants, je ne peux penser sans inquiétude » à ces pauvres petits que la maladie atteindra peut-être bien- » tôt. — Vous me demandez si quelque chose a été changé dans » le village? On n'a rien fait, ou l'on a amélioré; les eaux de la » vallée sont plutôt moins stagnantes qu'autrefois, et le village » est alimenté par les belles eaux de la Salente pour lesquelles » nous avons même fait de grands travaux il y a quelques an- » nées. — Qu'avez-vous fait? — Nous avons remonté de la partie » inférieure du torrent, vers les cascades, la prise d'eau destinée » à alimenter Saillon; ce changement a été très coûteux, parce » qu'il a fallu entamer profondément la roche pour y enfoncer les » borneaux (tuyaux), mais du moins nous avons maintenant de » l'eau toujours pure et qui ne gèle jamais. Un peu plus haut ou » un peu plus bas, c'est toujours à la Salente que nous buvons; et » pourtant, quand je réfléchis que ce n'est que depuis que nous » prenons l'eau dans le haut que le goître est devenu commun, je » ne puis m'empêcher de supposer que nous avons pu mal faire. » Un homme instruit et prudent, M. Barman, frère de notre am- » bassadeur à Paris, nous dit bien dans le temps que nous avions » tort de toucher à nos eaux, que peut-être nous nous en repen- » tirions, que la *source chaude* ou *source de fer*, *au-dessus* de » laquelle allait se trouver la nouvelle prise d'eau, pouvait avoir » son utilité, mais nous ne l'écoutâmes pas. Je regrette quelquefois » d'avoir négligé les conseils de M. Barman. Du reste, puisque » vous venez pour examiner nos eaux, je vais vous les montrer, et

» si vous trouvez quelque chose qui nous intéresse, je vous serai » reconnaissant de m'en faire part. »

On comprend sans peine que la coïncidence entre le changement apporté dans les eaux de Saillon et le développement du goître chez les habitants me frappa, et que j'attachai surtout une grande importance à la *source chaude* dont le produit, tombant entre les deux prises d'eau, se trouvait nécessairement faire partie des eaux du torrent à l'endroit d'où elles étaient autrefois dirigées sur le village. Aussi m'empressai-je de recueillir :

1° L'eau qui alimente actuellement Saillon ;

2° L'eau de la Salente prise en aval de la source chaude, sur le point même où était l'ancienne prise d'eau ;

3°. L'eau de la source chaude. Située à quelques mètres au-dessus du torrent, cette belle source sort en bouillonnant des fissures d'un calcaire gris du lias, à une température d'environ 28 degrés centigr., et débite de 40-50 pouces; bien qu'à peine ferrugineuse, elle rougit assez la roche pour que les habitants qui l'emploient contre les fièvres la désignent habituellement sous le nom de source de fer.

Je dirigeai ces diverses eaux sur Paris, afin de les y soumettre, dès mon retour, à un examen plus complet que celui auquel je m'étais d'abord livré à Martigny sur une petite quantité du produit recueilli. Voici les résultats, faciles à vérifier, qu'établissent mes analyses, tant celles faites pendant le voyage et auxquelles je crus ne pas devoir me tenir, que celles que j'effectuai à Paris avec un soin de détails rendu surtout nécessaire par l'importance des déductions.

A. L'eau bue actuellement à Saillon (détournée de la Salente *en amont* de la source chaude) est privée d'iode, comme celle qui alimente Fully et les hameaux voisins (Sacet, Mazimbre, Brançon) tous remplis de goîtreux et de crétins (1). Cette eau est d'ailleurs fort légère.

B. L'eau bue autrefois à Saillon (détournée de la Salente *en aval* de la source chaude) contient plus d'iode ($\frac{1}{100}$ de milligramme par litre) que les eaux bues à Paris et dans les autres contrées où le goître est inconnu (2).

---

(1) Je dis que l'iode manque lorsqu'un litre d'eau réduit à $0^{gr},1$ et surtout à $0^{gr},05$ ne donne aucun indice de ce corps.

(2) On va voir que l'iode est versé par la source chaude, que par conséquent sa proportion variera avec le volume des eaux du torrent, et sera au *minimum* pendant les grandes pluies ou à la fonte des neiges.

BRITISH MUSEUM
G22 SD
NATURAL HISTORY.

Note de M. Emile BENOIT, sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes

Nota. Les coupes fig. 1 et 2 sont parallèles et rangées sur la même méridienne.

Lith. Kaeppelin, Paris.

C. L'eau de la source chaude ou de fer contient au moins *soixante fois plus d'iode* ($\frac{1}{3}$ de milligramme) que les eaux de Paris. C'est une véritable eau minérale iodurée.

D'où il résulte :

a. Que le crétinisme et le goître étaient inconnus à Saillon lorsque les habitants et les animaux producteurs de lait, fromage, etc., s'abreuvaient d'une eau chargée d'iode;

b. Que le goître est devenu commun et que le crétinisme a apparu depuis que le village ne reçoit que de l'eau privée d'iode.

Je me suis empressé de porter ces résultats, si confirmatifs de mes recherches générales sur les causes du goître, à la connaissance de M. le président Moulin, que j'engage non-seulement à revenir à l'ancienne prise d'eau, mais à diriger sur le village, ce qui est facile, un mélange de 15 à 20 parties d'eau de la Salente pour une partie d'eau de la source minérale. On conçoit, en effet, qu'il soit nécessaire d'élever la proportion d'iode dans l'eau potable en raison même de la très faible ioduration de l'atmosphère et des produits alimentaires du Valais. Prise pure à la dose de quelques verres par jour, l'eau de la source de Saillon paraît d'ailleurs pouvoir être donnée, non plus comme prophylactique, mais comme curative du goître.

M. Gosselet dit qu'il n'a pas vu de l'iode dans la cargneule dont parle M. Chatin; il n'a observé que de petits cristaux de dolomie et des taches de manganèse; l'iode n'est discernable que par l'analyse chimique.

M. Blondeau ajoute quelques renseignements à ceux donnés par M. Chatin, et il fait hommage à la Société d'un échantillon de cargneule iodurée.

M. Benoit fait la communication suivante :

Note sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes; par M. Émile Benoit (pl. V).

Le bassin des grands lacs de la Suisse et de la basse Savoie est traversé par la frontière française depuis le voisinage de Genève jusqu'aux gorges du Bugey, par lesquelles le Jura va se souder aux Alpes entre Chambéry et Grenoble. Cette frontière suit le Rhône en face de la Savoie. C'est à propos de l'étude récente de cette portion française du bassin, que j'ai dû rechercher vers les

Alpes et dans mes anciennes explorations les relations des couches tertiaires que l'on ne voit qu'en lambeaux le long du pied du Jura.

Il s'agit donc d'un pays qui a donné lieu à un grand nombre de controverses. Pour ne parler que des terrains tertiaires, voici l'état de la question.

Suivant M. Favre (1), il n'y aurait dans les envions de Genève et du Salève que de la *mollasse rouge* surmontée de *mollasse d'eau douce*, terrains dont l'âge reste indéterminé. L'auteur décrit encore, d'après de Saussure, des *sables siliceux* avec minerai de fer, qu'il appelle *sidérolitique*, et qui sont répandus sur le versant E. et la partie S. du Salève; mais il n'en fixe pas l'âge et dit qu'ils n'appartiennent pas à la série régulière des terrains. Ce n'est que vers le nord, dans le canton de Vaud, que M. Favre signale de la *mollasse marine* superposée à la mollasse d'eau douce.

Suivant MM. Pictet et Humbert (2), il n'y aurait dans les environs de Genève que de la *mollasse d'eau douce*, comprenant, dans les environs de Lausanne, une *mollasse à lignite* et, inférieurement, une *mollasse rouge*, ainsi qu'une *mollasse à gypse* dont la position reste indécise. Toutes ces mollasses sont inférieures à la *mollasse marine* de la Molière et du nord de Lausanne.

Suivant la carte de MM. Studer et Escher de la Linth (1853), on ne voit dans les environs de Genève, tout le pourtour du lac, tout le pourtour du Salève, toute la basse Savoie, que de la *mollasse d'eau douce*, sauf sur les bords du Rhône, de Bellegarde à Seyssel, où est tracée une bande de mollasse marine connue depuis longtemps de tous les géologues. Quant au *terrain nummulitique*, il est relégué sur les chaînes des Alpes, mais le *flysch*, qui lui est supérieur et l'accompagne, descend par le Chablais jusqn'au bord du lac entre la Dranse et Meillerie.

Suivant M. Mayer (3), la *mollasse d'eau douce inférieure et subalpine* de Lausanne est placée sur le niveau des faluns de la Touraine, *aquitanien* de l'auteur. Cette mollasse se poursuit aisément dans tout le bassin de la Suisse et de la Savoie.

Suivant M. de Mortillet (4), le *terrain nummulitique* ou *éocène*, composé de *calcaire à Nummulites* et du *flysch*, ne se trouve que dans la région des hautes montagnes; le *terrain mollassique* ou *mio-*

---

(1) *Considérations sur le Salève et sur les terrains des environs de Genève*, 1843.

(2) *Matériaux pour la paléontologie suisse*, 1856.

(3) *Tableau des terrains tertiaires de l'Europe*, 1857.

(4) *Géologie et minéralogie de la Savoie*, 1858.

cène, composé de *mollasse d'eau douce*, assise inférieure reposant sur le néocomien et quelquefois sur le gault, et de *mollasse marine*, assise supérieure, ne s'étend que sur la partie basse de la Savoie. L'auteur ajoute, p. 269, que le nummulitique et la mollasse semblent s'exclure mutuellement; que dans la partie basse il n'y a point de nummulitique ; que dans toute la partie haute où s'étend le nummulitique, on ne voit point de mollasse.

Suivant d'autres géologues, MM. Necker, Gaudin, de la Harpe, Chavannes, Blanchet, de Morlot, il faut considérer comme étant de formation d'eau douce toutes les assises mollassiques inférieures à la mollasse marine qui couronne les collines au nord de Lausanne.

Tels sont les renseignements que l'on trouve dans les livres. On peut les résumer en disant que l'éocène sous forme de nummulitique n'existerait que dans les chaînes des Alpes, et que le miocène sous forme de mollasses d'eau douce et marine ne se trouverait que dans la grande vallée.

Sur le terrain on ne trouve pas les choses tout à fait ainsi. C'est beaucoup plus compliqué et, pour mon compte, ce n'est qu'après de nombreuses explorations que j'ai pu me faire une conviction. Chacun sait que l'on rencontre peu de fossiles dans les terrains tertiaires de la Suisse et de la Savoie ; c'est pourquoi ces terrains sont bien moins connus que d'autres. Sans négliger les fossiles, j'ai donc dû m'attacher à l'étude de la stratigraphie et de l'orographie de toute la région, poursuivant les couches horizontalement et avec persévérance, prenant des coupes partout et les comparant de proche en proche, explorant les cours d'eau, cherchant l'âge relatif des ploiements des chaînes et par suite celui des bassins sédimentaires successifs. Si je joins des études déjà anciennes à de très récentes le long de la partie française voisine de la Suisse et de la Savoie, je puis donner de la contrée une esquisse non pas complète, car je n'ai pas tout vu, tant s'en faut, mais suffisante pour établir la chronologie des terrains, leurs corrélations et l'existence de certains d'entre eux là où on ne les a pas reconnus jusqu'à présent.

Considérations générales.

Sans parler du massif jurassique, qui a reçu tous les contre-conps successifs des mouvements orographiques des Alpes, il est évident que dans ces dernières montagnes les chaînes sont, en terme général, d'autant plus récentes qu'on s'éloigne davantage du voisinage de l'axe pour s'avancer vers la vallée du lac de Genève et de la

basse Savoie, coupant ainsi divers massifs de terrains depuis les plus anciens jusqu'aux plus récents, fait reconnu par de Saussure, § 1999. En d'autres termes, le bassin compris entre les Alpes et le Jura a été constamment en se rétrécissant, non pas régulièrement et par zones toujours parallèles, mais suivant des directions successives dont je n'ai pas à m'occuper maintenant, non plus que de quelques exceptions qui n'ont été que rudimentaires, telles qu'on peut en observer au Salève et dans la chaîne occidentale du Chablais. Or, en présence de ce fait, qui est général en géologie, je n'ai jamais pu admettre qu'une grande vallée comme celle-ci fût restée privée de dépôts sédimentaires jusqu'à l'époque falunienne, et cela tandis que la mer était sur l'un de ses bords et y déposait ces énormes épaisseurs de couches argilo-gréseuses qu'on appelle *nummulitique* et *flysch*, lesquelles couches contiennent certainement plusieurs faunes qu'on saura distinguer plus tard, mais qui dans leur ensemble présentent des espèces identiques avec celles des divers terrains tertiaires du bassin de Paris inférieurs à la faune falunienne.

D'un autre côté, je n'ai pas pu admettre davantage que le terrain nummulitique, actuellement relégué dans les Alpes avec tous ceux qui lui sont associés, fût le seul au monde qui n'aurait pas de correspondant, soit marin, soit d'eau douce, dans le voisinage, qui n'aurait pas été recouvert par des terrains plus récents, qui n'aurait eu de rivages que du côté des Alpes, comme par exemple vers la montagne des Fiz, tandis que dans les chaînes moyennes il apparaît toujours avec une énorme épaisseur de couches courbées en voûtes ou bassins immenses, coupés en abrupts gigantesques, ou déchiquetés en dômes et aiguilles d'un pittoresque des plus grandioses.

D'après les cartes et les descriptions citées plus haut, le terrain nummulitique cesserait en général brusquement à l'ouest par une chaîne ou une faille. Je me suis demandé longtemps pourquoi d'un côté de la chaîne ou de la faille il n'y aurait que du nummulitique et du flysch, et de l'autre côté que de la mollasse et même, dans la plupart des cas, que de la mollasse d'eau douce. J'ai cherché bien souvent et vainement des indices d'un rivage le long de ces chaînes et failles: je n'ai trouvé des deux côtés que des couches parfaitement identiques et continues avec celles qui s'éloignent de ce rivage supposé. On doit donc en conclure que des deux côtés les couches sont relativement de même âge et que la solution de continuité résulte du ploiement des couches ou de la faille, car, en poursuivant la plupart de ces sortes de dislocations, on les voit

se modifier progressivement, passer de l'une à l'autre, et l'on finit par arriver en un point où la continuité des couches n'est plus interrompue.

C'est ainsi que des deux côtés du Salève il y a des couches de mollasse du même âge, qu'il en est de même aux Voirons, bien qu'ici l'on considère tout ce qui est à l'ouest jusqu'au lac comme étant de la mollasse d'eau douce, et tout ce qui est à l'Est, dans le Faucigny jusqu'à la montagne des Fiz, comme étant du nummulitique et du flysch de formation marine.

C'est ainsi que des deux côtés du Vuache, chaîne singulièrement orientée, qui barre la vallée depuis le Jura jusque vers les prolongements sud du Salève, il y a, du côté de la Perte-du-Rhône, de la mollasse marine bien connue des géologues, tandis que du côté de Genève on n'admet que de la mollasse d'eau douce, quand cependant l'extrémité orientale de la chaîne plonge sous cette même mollasse marine de la Perte-du-Rhône sans qu'on puisse trouver d'indices de séparation ou de traces de rivages.

C'est ainsi que dans les environs du lac d'Annecy, qui touche par ces deux bouts à la région de la mollasse marine et d'eau douce de la basse Savoie et à celle du nummulitique relégué dans la montagne, on ne sait où est la ligne de séparation, et, malgré les ploiements et renversements de couches, malgré les interruptions par les masses néocomiennes, on arrive de la mollasse au nummulitique et réciproquement, avec la certitude qu'il y avait continuité de couches avant les ploiements. La même chose arrive quand on parcourt les chaînes de la rive gauche de l'Arve depuis le Salève au mont Brison, au mont Vergy et au Reposoir, passant ainsi de la mollasse au nummulitique.

Mais il y a plus. Quand on poursuit longitudinalement une même vallée de ploiement et qu'on étudie horizontalement les couches, on passe sans savoir pourquoi, soit de la mollasse d'eau douce de tels et tels auteurs, soit de la mollasse marine de tels autres géologues, sur du nummulitique généralement admis comme tel par tous. Ainsi la large vallée de ploiement qui est à l'est du Salève est supposée ne contenir que de la mollasse d'eau douce, tandis que son prolongement à l'est des Voirons est admis comme ne contenant que du nummulitique. Et cependant, malgré la large cluse de l'Arve, qui sépare les deux lambeaux, et malgré l'énorme entassement de matériaux erratiques qui comblent le fond et se placardent sur les berges de ce grand chenal alpin, on peut encore suivre les couches tertiaires soit sur ces berges, soit le long de l'Arve en plusieurs points, soit sur le cours des affluents,

le Foron et la Menoge, qui descendent de l'est des Voirons. L'étude sériaire des couches, leur inclinaison régulière en fond de bateau, tant dans les lambeaux intermédiaires et lacérés que dans les masses qui sont à l'est des Voirons et du Salève, l'uniformité des allures orographiques, bien évidente d'ailleurs quand on regarde les Voirons depuis le Salève ou le Salève depuis les Voirons, tout enfin amène cette conviction que l'on a affaire à une même vallée de ploiement et par conséquent à des terrains qui doivent être du même âge, en grande partie, sinon en totalité. En effet, le Salève et les Voirons sont des chaînes contemporaines, identiquement orientées, qui ont relevé sur leurs deux flancs tout ce qu'il y a de tertiaire dans la localité. La chaîne des Voirons, il est vrai, n'est pas rigoureusement le prolongement du Salève, car les couches néocomiennes de celui-ci plongent brusquement sous l'Arve, mais la suite du mouvement orographique se poursuit le long du flanc occidental des Voirons jusqu'à Allinges et au delà par une suite de redressements de la mollasse, et nulle part on ne trouve des indices non équivoques de la préexistence de l'une ou de l'autre de ces deux chaînes.

Si l'on se met à étudier les couches tertiaires plus avant dans les Alpes, par exemple de Contamines au pied du Môle, on se trouve dans une région plus compliquée et dont le trait le plus saillant est le renversement du Môle, mis récemment en évidence par M. Favre (1), qui a reconnu le lias au sommet, l'oxfordien au milieu et le néocomien à la base. J'observerai en passant que la couche qui (page 24) paraît à MM. Favre et Pictet callovienne par sa position et qui contient des fossiles néocomiens est bien réellement néocomienne : c'est la couche marno-calcaire, oolithique et ferrugineuse, très constante dans les assises les plus inférieures du néocomien du Jura et de l'Ain, où elle contient, entre autres fossiles, des moules de *Chemnitzia* et de *Venus*, la *Pholadomya elongata*, l'*Ostrea Boussingaulti*, d'Orb., qui y font leur première apparition au milieu de couches calcaires caractérisées par des *Chama* et des Nérinées.

Pour revenir aux terrains tertiaires de cette localité, je dirai qu'on y a mis arbitrairement de la mollasse et du nummulitique. Je demanderai où est la différence entre les grès schisteux très micacés de la montagne à laquelle Contamines est adossé et ceux qui forment les masses au N.-E. du petit crêt néocomien qui supporte les ruines du château de Faucigny ; sur la carte de

(1) *Mém. sur les terr. liasiques et keupériens de la Savoie*, 1859.

MM. Studer et Escher on voit d'un côté de la mollasse et de l'autre du nummulitique. J'ai cherché tout autour de cette localité et je n'ai trouvé qu'une longue série de couches difficilement comparables une à une, mais très uniformes dans leur ensemble, sans fossiles, sauf quelques traces de lignite et quelques indices de *Fucus*. Je ne prétends pas avoir tout vu en détail, ni pouvoir expliquer maintenant la position probablement renversée des assises jurassiques et néocomiennes entre Faucigny et le Môle; mais ce qui m'a frappé, c'est d'abord une complication orographique suivant une direction presque perpendiculaire aux Alpes, se liant au renversement du Môle et se poursuivant vers Cluses par une succession de petits dômes qui m'ont paru jurassiques par leur position; c'est ensuite la contemporanéité plus que probable entre toutes les assises tertiaires de la localité et la corrélation stratigraphique et orographique avec les masses qui sont à l'est des Voirons.

Enfin, pour ne pas sortir du Chablais et du Faucigny, je demande où est cette falaise qui aurait fait face jusqu'à l'époque falunienne à la mer dite nummulitique de la région alpine, et qui se serait brusquement retournée pour faire face à la mer mollassique de la grande vallée des lacs de la Suisse et de la Savoie? Où sont les deux rivages? Où sont les poudingues des deux falaises, poudingues que l'on doit *à priori* supposer très différents de composition minéralogique? Où est l'amincissement des couches sur les bords des deux bassins sédimentaires? Où est la séparation brusque et la ligne d'antagonisme entre ce qu'on appelle *nummulitique* et *mollasse?*

Après beaucoup de pas perdus à la poursuite d'un fait que j'admettais de confiance, je reviens tout simplement à la réalité, telle que je l'ai trouvée partout devant moi et je dis qu'*il y a dans la vallée des lacs de la Suisse et de la Savoie des couches marines et d'eau douce contemporaines du nummulitique des Alpes.*

Une observation que je dois faire d'abord, c'est que les fossiles manquant souvent, excepté ceux d'eau douce, sur lesquels on ne peut faire beaucoup de fondement, c'est par des études stratigraphiques et orographiques que ma proposition sera surtout démontrée, puisque c'est dans ce genre d'investigation qu'est notre seule ressource, en ce qui concerne du moins toutes les couches tertiaires inférieures à la mollasse marine falunienne, dont les allures sont moins équivoques.

Classification des terrains tertiaires.

Voici la série des différentes assises qu'on peut distinguer dans la région comprise entre le Jura et les Alpes. Je les décrirai brièvement en tâchant de faire connaître leur synchronisme avec d'autres terrains, surtout ceux du bassin de Paris, pris pour terme de comparaison.

Dépôts quaternaires.

Mollasse. . . . { Argiles bleues à lignites.
Grès tendres en grands bancs.
Grès coquilliers (*Muschel Sandstein*).
Grès à polypiers et conglomérat local.

Grès à *Fucus* (nummulitique supérieur).

Lignites (gisements épars).

Sidérolitique. . { Argiles bigarrées et étage du gypse.
Minerai sidérolitique.
Sables siliceux.

Quelle était la forme initiale du bassin tertiaire entre le Jura et les Alpes?

Pour s'en faire une idée, il faut presque anéantir les Alpes, et envisager un abaissement de toute la région nummulitique au-dessous du niveau de la mer. C'est un abaissement de plus de 3000 mètres vers le Mont-Blanc, par exemple, à la montagne des Fiz, voisine des Aiguilles-Rouges, dont le sommet est formé, d'après M. Favre, de néocomien, de grès verts, et de calcaires et grès nummulitiques. Qu'on s'imagine l'état modeste du relief des Alpes d'alors.

Pour abréger, je ne m'occuperai pas du Jura qui a reçu, je le répète, tous les contre-coups de l'orographie des Alpes.

Maintenant par quelles couches finit la formation crétacée, et par quelles couches commence la formation tertiaire?

Je n'ai pas besoin de recommencer d'anciens débats sur ce sujet pour poursuivre ma thèse. S'il y a encore quelques couches en litige, elles sont hors de mon sujet, et se trouveront placées à un niveau inférieur à celles dont je cherche la poursuite depuis la plaine jusque dans les Alpes.

L'extension du terrain nummulitique et de ses associés est immense et transgressive le long des Alpes; mais au-dessous on trouve une zone plus étroite de roches appartenant à la craie supérieure : c'est le *calcaire de Seeven* des géologues suisses. Ce représentant de la craie est relégué dans les Alpes bien plus étroi-

tement que le gault, car celui-ci accompagne le néocomien jusqu'au Jura, mais a été enlevé sur de vastes et nombreuses surfaces, en supposant qu'il ait été partout déposé. Si le calcaire crétacé de Seeven se fût déposé plus à l'O. que la zone des grandes chaînes subalpines, on en trouverait, vu sa résistance à l'érosion, bien plus de lambeaux que de gault. La mer crétacée a donc été, en se retirant du Jura, vers l'axe actuel des Alpes. C'est donc dans l'emplacement des grandes chaînes subalpines que se trouvait le plus grand bas-fond du bassin à la fin de l'époque crétacée. Le parallélisme presque complet des couches tertiaires et néocomiennes dans les basses chaînes nous indique qu'alors il y avait, du Jura aux hautes crêtes des Alpes, une large vallée peu ondulée dans son milieu, peu différente de niveau le long de ses deux rives jurassiques et alpines. Cette vallée servait de jonction aux deux mers du Nord et de la Méditerranée, jonction qui s'est interrompue et renouvelée peut-être plusieurs fois.

Sables siliceux.

Maintenant y a-t-il un terrain qui signale le début de la formation tertiaire, tant dans la montagne que dans la plaine, tant dans la région du nummulitique que dans celle de la mollasse?

Ce terrain existe en effet; c'est celui des *sables siliceux;* c'est ce que l'on connaît de plus inférieur en fait de terrains tertiaires entre les Alpes et le Jura. A en juger par le grand nombre de points où les redressements et les érosions l'ont mis à découvert, on doit supposer qu'il a une extension considérable.

Ces sables sont toujours cristallins, souvent très purs, ordinairement d'un jaune pâle, quelquefois parfaitement blancs. Quand ils sont impurs, ils sont toujours mélangés d'argile et de peroxyde de fer probablement anhydre, car ils sont alors tachés de rouge vif et bigarrés de diverses couleurs, ou bien ils prennent une teinte verdâtre. Ils ne contiennent jamais de calcaire; ils renferment souvent des silex épars ou disposés en lignes stratiformes. Ces silex sont blonds, gris, noirâtres, pyromaques, concrétionnés ou brisés, souvent enveloppés d'une croûte blanche argilo-siliceuse; sur d'autres points, ces silex sont cristallins, agglomérés, sans gangue, et offrent des masses de toute grosseur. On n'y a jamais signalé de fossiles. Ils paraissent avoir été déposés dans tout le vaste bassin que nous venons de reconstruire, sauf en quelques points du dernier emplacement de la mer crétacée vers les Alpes; car ils n'existent pas partout sous le terrain nummulitique, par exemple

à Pernant, la Cordaz, les Diablerets, etc. Cependant on trouve ailleurs des grès qui peuvent être leurs correspondants.

Ils ont évidemment une origine souterraine, comme tant d'autres dépôts analogues isolés au milieu de vastes bassins purement calcaires. Leur émission se rattache, comme une conséquence naturelle, à la fois à certains mouvements de l'écorce terrestre et à certaines réactions encore peu connues de la chimie minérale dans les profondeurs du sol, réactions sur lesquelles M. Daubrée nous a donné récemment de précieux aperçus qui nous font pressentir ce qui a dû se passer chaque fois que l'équilibre général de la nature a été dérangé, et que les masses minérales cristallines ont été soumises à de nouvelles influences du contact, de la pression, de la chaleur et de l'eau.

Les *sables siliceux* sont très irréguliers de puissance et de stratification; ils sont souvent en lambeaux isolés, et d'autant plus difficiles à séparer des couches argileuses et gréseuses superposées, qu'ils sont plus puissants et mieux stratifiés, c'est-à-dire qu'ils sont plus éloignés des bords sinueux du bassin tertiaire. Ils reposent indifféremment sur le jurassique, le néocomien, le gault et la craie. Par exemple, ils sont en discordance sur le gault à la Perte-du-Rhône, et sur le néocomien le long du Rhône jusqu'à Seyssel; il faut les rechercher dans les ravins affluents, surtout ceux de Savoie, et en France dans le ravin de la Dorche. On les trouve développés sur le néocomien et quelques lambeaux de gault tout autour de la Chantagne, montagne dont la voûte s'abaisse au N. et plonge sous les terrains tertiaires de la basse Savoie vers le cours des Usses. Ils sont bien visibles sur le revers oriental, suivant une zone qui va de Lornay à Crempigny et Droisy; ils se retrouvent dans le haut du ravin de Seyssel-Savoie et du ravin de Chatel sur les Usses, près et en amont de l'exploitation de gypse (fig. 3 et 4), ainsi qu'à Pyrimont (fig. 6).

Je ne puis citer toutes les localités où l'on peut observer les sables en question. Cependant je ne puis passer sous silence ceux du revers oriental du Salève, très développés au S. vers Cruseilles, Vovray et Romain. M. Favre les décrit après de Saussure, et cette description peut se résumer, en disant que « ce sont des sables et » des grès cristallins très purs, peu cohérents, reposant toujours » sur le calcaire de la montagne, plongeant du côté des Alpes » comme les autres couches du Salève, descendant fort bas, et » ayant vraisemblablement recouvert anciennement toute la mon- » tagne, sans aucune matière étrangère, si ce n'est du fer qui » s'annonce dans quelques places par la couleur de rouille (de

» Saussure), renfermant beaucoup de grains de fer limoneux à la » Croisette, atteignant un grand développement entre les Pitons » et Cruseilles, offrant des carrières de sable remarquables par » leur éclatante blancheur et traversées par des filons de sable fer- » rugineux, présentant un grand nombre de gîtes de minerais de » fer oxydé hydraté en filons et amas exploités pour les forges » (Favre). »

Je n'ai rien à ajouter à cette description que M. Favre complète, en remarquant les nombreuses corrosions et altérations du calcaire néocomien, et l'introduction des sables siliceux et des matières ferrugineuses dans les fentes et cavités de ce calcaire. M. Favre distingue avec raison ces sables des grès tertiaires, les désigne sous la dénomination de *formation sidérolitique*, et en rappelant la théorie geysérienne de M. Gressly, il ajoute que le sidérolitique n'appartient pas à la formation régulière des terrains, mais doit son origine à une action plutonique ou semi-plutonique. Pour moi cette origine est vraie ; mais cet ensemble de couches, que l'on appelle habituellement *formation* ou *terrain sidérolitique*, est parfaitement distinct, quel que soit le nom qu'on lui applique, et doit prendre place dans la série chronologique des terrains tertiaires, bien que l'absence de fossiles soit un grand obstacle au classement méthodique.

Dans le groupe sidérolitique, les sables qui nous occupent sont partout le membre le plus inférieur, sauf un poudingue accidentel de roches locales qui se lie quelquefois par des alternances avec les sables.

Minerai sidérolitique.

D'après ce que nous venons de voir au Salève, il est évident qu'une émission ferrugineuse a succédé immédiatement à l'émission des matières siliceuses ; que même il y a eu concomitance, au moins sur certains points et pendant un certain temps transitoire. Ces couches, filons ou amas ferrugineux, sont à proprement parler le *terrain sidérolitique*, et, comme il se lie toujours intimement aux sables siliceux qui sont dessous et aux argiles bigarrées qui sont dessus, il a jusqu'à présent donné son nom, dans le Jura oriental, au groupe des trois couches, bien qu'il soit le plus inconstant et le plus variable des trois dépôts associés. Ces matières ferrugineuses, quelquefois pisolitiques, ont, comme les sables siliceux et les argiles bigarrées, une origine souterraine. On les rencontre abondamment sur les roches crétacées de notre bas-

sin tertiaire, notamment sur le calcaire néocomien et dans les fentes de ce calcaire. C'est ainsi qu'on les voit au Salève et dans ses prolongements méridionaux vers la région d'Annecy, comme aussi au pourtour de la montagne de la Chantagne à l'E. de Seyssel. On en trouve fréquemment des lambeaux tout le long du pied du Jura, depuis le fort l'Écluse jusqu'à Divonne ; mais, dans ce dernier cas, les matières ferrugineuses sont confusément mélangées avec les sables et les argiles, ce qui est naturel, puisque c'est ici un rivage tertiaire. Cependant il faut remarquer que les assises calcaires néocomiennes sont fortement redressées et quelquefois renversées le long de ces anciens rivages tertiaires, et que les fentes remplies sont perpendiculaires aux strates, quelle que soit leur inclinaison actuelle. On doit donc en conclure que la formation qui nous occupe a précédé le dernier et principal relèvement de ces roches, mais qu'il est évident aussi que ce relèvement était, lors du dépôt tertiaire, déjà assez accentué pour limiter le bassin compris entre le Jura et les Alpes. Partout, sur ces bords du bassin, on voit la continuation de ces matières siliceuses, ferrugineuses et argileuses. Fréquemment on peut les suivre par les ravins, et les voir s'engager sous des couches tertiaires plus récentes qui occupent le centre des grandes vallées.

Argiles bigarrées et étage du gypse.

Il s'agit ici d'assises bien distinctes qui se lient intimement, mais se divisent facilement en deux, les *argiles bigarrées* en bas, l'*étage du gypse* en haut.

Les *argiles bigarrées* sont un dépôt très inconstant dans le bassin de la Suisse et de la Savoie et la partie française de ce bassin. Elles sont le représentant du *bolus* des géologues suisses, de cette masse plastique d'argiles bigarrées qui recouvrent les nappes de mine de fer sidérolitique dans les vallées du Jura oriental, surtout dans celle de Delémont, et dans les environs de Porrentruy et de Montbéliard. C'est partout la même position stratigraphique. C'est dans le pourtour occidental et méridional du bassin de la Suisse et de la Savoie qu'on voit le mieux leur affleurement. Elles sont ici toujours superposées aux *sables siliceux* ou aux dépôts ferrugineux du *sidérolitique*, quand ceux-ci existent. Poursuivies sur des trajets horizontaux un peu grands, elles paraissent discontinues, mais ne le sont réellement pas; car on les voit s'intercaler progressivement de bancs de grès marneux d'aspect mollassique, ce qui constitue un passage insensible à l'étage du gypse. Nous

touchons ici à un des faits naturels qui, mal observés ou inaperçus, ont causé jusqu'à présent beaucoup d'équivoques dans le classement des terrains tertiaires de la région jurassique et alpine, tels que celle qui porte les géologues du pays à appeler vaguement *mollasse rouge*, *mollasse d'eau douce*, *mollasse à gypse*, toutes les puissantes assises qui sont au-dessous de la mollasse marine coquillière ou falunienne, parce qu'il y a partout beaucoup d'intercalations de grès d'aspect mollassique et malheureusement peu de fossiles, sauf quelques coquilles d'eau douce à deux ou trois niveaux.

Les couches où se trouve le *gypse* constituent un étage bien stratifié, formé d'alternances d'argiles, de marnes et de grès, d'un aspect largement rubané de rouge, de violet, de bleuâtre, de gris et de jaunâtre. L'élément calcaire commence à entrer dans la composition minéralogique plus abondamment que dans la partie supérieure des *argiles bigarrées* avec lesquelles il y a passage intime, de telle sorte qu'il est impossible de tracer une limite bien nette entre ces deux dépôts. En haut, l'*étage du gypse* est séparé des couches plus récentes par une discordance de stratification très constante, mais souvent faiblement marquée seulement par une érosion des couches gypseuses et par la disposition en biseaux des couches plus récentes. Cet *étage du gypse* est constant dans le bassin, bien que le gypse y soit accidentel; il y atteint 30 à 40 mètres de puissance, et se termine en biseaux frangés sur les bords. Il est difficile de retrouver ses correspondants dans les Alpes; on doit même y supposer une lacune qui serait représentée par une couche charbonneuse ou à lignite assez fréquente, et placée au-dessous de la faune à Cérites et à Natices du terrain nummulitique. Dans le bassin, le gypse se trouve dans la partie moyenne et marneuse de l'étage. Il y forme un réseau de nombreuses petites couches blanches, fibreuses, généralement tracées suivant la stratification, mais coupant quelquefois les strates obliquement pour se rejoindre, se croiser, se bifurquer de la façon la plus capricieuse. Dans les endroits où le gypse se développe ainsi, il y a ordinairement çà et là des lentilles où il est moins disséminé et où on dirige les exploitations ; mais il est toujours mélangé de marne emprisonnée entre ses lames cristallines ou compactes, ce qui lui donne l'aspect d'une roche grise bréchiforme. Il y a de nombreux gisements de ce gypse en Savoie et dans le Genévois, bien qu'un petit nombre soit exploitable. On l'exploite dans le ravin de Châtel près Seyssel (fig. 3), gisement qui envoie des veinules de gypse dans le ravin de Seyssel-Savoie (fig. 4). D'autres gisements

sont dans les environs de Contamines sur les Usses ; ceux des environs de Saint-Julien dans le Genévois sont encore géologiquement identiques, etc.

Les marnes gypseuses sont fréquemment enclavées entre deux calcaires d'eau douce avec Planorbes et Hélices. Ces calcaires sont gris, bleuâtres ou bruns et bitumineux. Dans celui du bas, on trouve des graines de *Chara* de forme ovale, à crête spirale très saillante. Ce *Chara* paraît bien semblable à celui que M. Greppin a trouvé à Delémont « dans des bancs de calcaire marno-com-» pactes, alternant avec des marnes renfermant du gypse, le tout » reposant sur les nappes de minerai sidérolitique. » Ce serait le *Chara helicteres*, Brongn., d'après la détermination de M. Heer pour l'espèce de Delémont, espèce dont M. Hébert a donné un dessin (*Bull.*, 2e sér., t. XII, p. 764, fig. 2). Il y aurait ici une singulière similitude de formation entre des points bien éloignés l'un de l'autre. Ces calcaires, tant du dessus que du dessous du gypse, sont intercalés de marnes et de grès marneux ; leurs fossiles d'eau douce ne sont pas encore déterminés, et le seraient-ils, qu'ils serviraient peu, je crois, au classement des couches.

L'étage du gypse se termine en haut par plusieurs couches de grès tendres gris ou bleuâtres, le tout parfaitement concordant de stratification avec le calcaire d'eau douce superposé au gypse ; mais ces dernières assises gréseuses sont fréquemment corrodées, et offrent des tranches taillées en biseaux sous les lits également biseautés des assises qui les recouvrent, ce qui constitue la discordance dont nous avons parlé tout à l'heure, discordance qui est sinon grandement accusée, au moins très importante à considérer en raison de sa généralité et à cause du défaut de la paléontologie.

Lignites.

On rencontre assez souvent dans le bassin de la Suisse et de la Savoie, au-dessus de l'étage du gypse, des traces de lignites ou des couches charbonneuses qui paraissent être sur plusieurs niveaux. Les assises gréseuses et marneuses qui les renferment, et qui sont celles que nous allons décrire, se poursuivent horizontalement jusque dans la région nummulitique des Alpes. Y a-t-il, comme je suis porté à le croire, dans la base de ce nummulitique des Alpes, plusieurs faunes marines indiquées par les diverses associations d'espèces selon les localités décrites, et séparées par des interruptions de faune, par des assises stériles, par des lignites, par des poudingues, et peut-on trouver dans les relations des di-

verses couches ligniteuses des moyens de séparation? Je ne suis pas encore assez édifié sur ce sujet pour en parler; je me contenterai de dire que les études stratigraphiques montrent seulement que ce qui vient au-dessus de l'étage du gypse dans le bassin correspond à la base de ces immenses masses gréseuses que l'on appelle le *terrain nummulitique* des Alpes, et que c'est à partir de ce niveau que la continuité des couches se poursuit largement de la plaine aux Alpes et réciproquement. Il y a donc de nouvelles études à faire sur l'intercalation de ces diverses couches charbonneuses et sur leur rôle dans la série des terrains.

Grès à Fucus (*nummulitique supérieur*).

Ces masses gréseuses que nous venons de citer sont caractérisées par des *Fucus* et des Nummulites. Elles sont en effet très puissantes sur de vastes étendues des Alpes ; on leur assigne plus de 1000 mètres dans la partie montagneuse du Chablais et du Faucigny entre l'Arve et le Rhône. C'est encore une idée qui m'a toujours été antipathique que de croire que cette grande série de couches, c'est-à-dire l'ensemble tertiaire le plus développé de la contrée, n'a pu envoyer aucun prolongement dans la plaine actuelle de la Suisse et de la Savoie, et cela quand les Alpes n'avaient, comme je l'ai dit, qu'un relief rudimentaire, et qu'entre la ligne de leurs crêtes actuelles et le Jura un immense bassin sédimentaire donnait lieu à la jonction des mers du Sud et du Nord.

La question est donc de savoir si les couches du terrain nummulitique avec ou sans fossiles se prolongent hors des limites qu'on leur assigne dans les Alpes. Les études stratigraphiques et orographiques, un peu longues et pénibles, il est vrai, peuvent surtout résoudre cette question, et c'est l'affirmative que l'on trouve partout comme conclusion. En effet, dans le bassin de la Suisse et de la Savoie, il n'y a pas de lacune, si ce n'est sur quelques points du bord jurassique où la mollasse marine falunienne repose en discordance sur l'étage du gypse et même sur le gault et le néocomien; mais dans la vallée, entre cette mollasse et l'étage du gypse, on rencontre constamment de puissantes assises marines, saumâtres et d'eau, douce formées d'alternances très uniformes de grès marneux et micacés, de marnes pures ou gréseuses, d'argiles et de schistes de texture variable, lesquelles assises se poursuivent facilement et partout jusque dans les localités alpines réputées nummulitiques, de telle sorte que, quelle que

soit la coupe transversale que l'on explore, on arrive toujours, après quelques variations progressives dans la constitution minéralogique et la couleur des couches poursuivies, en un point où la continuité est évidente avec ces grandes masses du terrain nummulitique que l'on a désignées jusqu'à présent par différents noms assez vagues, tels que *grès mouchetés*, *grès durs*, *flysch*, etc.

Je laisse de côté, comme étant encore à l'étude, la question de savoir ce que représente couche par couche la base du terrain nummulitique des Alpes avec ses Cérites, Natices, Nummulites diverses, etc. S'il y a dans cette faune ou ces faunes des représentants de tout ce qui, dans le bassin de Paris, est inférieur à la masse stérile des sables de Fontainebleau, on est porté à admettre que pendant une époque qui correspond à la formation de ces sables de Fontainebleau et du calcaire de Beauce, il se déposait entre le Jura et les Alpes cet ensemble de couches gréseuses et schisteuses qui nous occupe. La mer n'était plus reléguée dans la région des Alpes où elle avait précédemment déposé la riche faune à Cérites, à Natices, etc., décrite depuis longtemps par plusieurs géologues, mais occupait tout le bassin. Les prolongements du nummulitique dans le bassin sont en effet marins, et contiennent des *Fucus*, sinon des Nummulites. Sur quelques points, ils sont surmontés de couches moins gréseuses et plus calcaires, avec fossiles d'eau douce. Dans la série des terrains, ces dernières assises viendraient donc se placer sur le niveau des calcaires de Beauce. Il y aurait ainsi entre les Alpes et le Jura une remarquable analogie de formation avec le bassin de Paris. Si l'on admet que les assises d'eau douce ont et doivent toujours avoir leur correspondant marin, soit dans le même bassin, soit dans des bassins séparés, il faudra, pour faire l'étude sériaire et chronologique des terrains tertiaires en particulier, tenir compte des grands mouvements continentaux du sol qui sont encore dans les phénomènes actuels, ainsi que des envahissements et rétrogradations des mers dans chaque bassin sédimentaire ; car on découvre de plus en plus qu'il y a eu dans chaque bassin un synchronisme et une analogie de formation encore trop peu remarqués, et à ce sujet l'étude de la position des assises d'eau douce intercalées n'est pas une chose de médiocre importance.

Les couches puissantes gréseuses et schisteuses, superposées au niveau coquillier de la base du terrain nummulitique des Alpes, sont, paraît-il, ce que, dans le bassin des lacs, les géologues suisses appellent *mollasse d'eau douce*, parce qu'on y a trouvé, dans des couches dont la position reste indécise, des Tortues, des Cerfs, des

parties de végétaux, des Hélices. Cette mollasse est cependant presque en totalité marine.

Je choisirai pour démonstration un point qui, par sa position sur les bords du lac de Genève, sera au cœur de la question et dont l'exploration sera à la portée de tout le monde. C'est le ravin du Vengeron (fig. 5), ruisseau qui prend naissance dans les environs de Ferney, contourne la colline du Grand-Saconnex et se jette dans le lac à Chambeisy. Le ruisseau, sur un espace de 1000 mètres à partir du lac, coupe une longue série de couches inclinées vers le lac et composée de très nombreuses et très uniformes alternances de divers grès marneux micacés et de marnes pures ou gréseuses. Cette localité est citée tantôt comme *mollasse rouge*, tantôt comme *mollasse d'eau douce*. Il y a, en effet, des fossiles d'eau douce, mais seulement dans les couches les plus supérieures, celles qui passent sous le pont du Vengeron au bord du lac. M. Necker a reconnu ces couches d'eau douce, leur assigne 2 mètres seulement d'épaisseur et annonce qu'il y a recueilli des *Unio*, des Cyclades, des Planorbes, des *Cypris*, des *Chara*. A 8 mètres au-dessous, j'ai remarqué une autre couche renfermant aussi des fossiles d'eau douce, mais peu déterminables spécifiquement, tels que Planorbes, Lymnées et des moules intérieurs qui paraissent appartenir plutôt à des Anodontes qu'à des *Unio*. Tout le reste en descendant la série, c'est-à-dire en remontant le Vengeron, paraît sans fossiles ; c'est du moins ce que l'on a supposé jusqu'à présent. J'observerai d'abord que cette absence de fossiles, fût-elle vraie, n'était pas suffisante pour décider que toute la série est de formation d'eau douce parce qu'il y a des coquilles d'eau douce à la partie supérieure. C'est pourquoi j'ai voulu étudier cette série couche par couche. J'ai trouvé qu'en descendant la série, c'est-à-dire en remontant le Vengeron, les grès comme les autres assises sont absolument privés de fossiles sur un trajet d'environ 600 mètres et une épaisseur de couches d'à peu près 110 mètres, mais qu'en un point placé à environ 50 mètres en amont du viaduc du chemin de fer, on trouve un grès gris assez dur, très micacé, calcarifère, stratigraphiquement composé de ces coins ou biseaux enchevêtrés qu'on appelle fausses stratifications, avec des lits de marnes gréseuses rouges, violettes ou bleuâtres séparant les coins de grès. Le haut et le milieu de cette petite masse de grès sont tout pétris d'empreintes de *Fucus*, peu déterminables, il est vrai, mais qui donnent à la roche un aspect tout semblable à celui de certains grès à fucoïdes du nummulitique des Alpes. A la partie supérieure, le

banc de grès est confusément schisteux, teinté de rouge et bigarré de traces ferrugineuses avec des empreintes végétales charbonneuses très semblables à celles des grès mollassiques de Mornex sur le flanc oriental du Salève, empreintes que M. Heer rapporte à des feuilles de palmier, au *Sabal* (*Flabellaria*) *Lamanonis*, Brong. A la partie inférieure du banc de grès en question, il y a certainement une discordance de stratification indiquée par la corrosion de l'assise marno-gréseuse qui le supporte et par le redressement plus prononcé des couches de marnes bigarrées et de grès tendres qui viennent au-dessous et qui sont la partie supérieure de l'étage du gypse. L'uniformité dans la stratification et la composition minéralogique font admettre comme étant de formation marine les 110 mètres de couches qui sont superposés à ce banc à *Fucus*, bien qu'il n'y ait pas de fossiles.

L'étude sériaire des couches et leur poursuite dans le bassin conduisent à rattacher, par la continuité des couches, ces assises marines du Vengeron aux assises mollassiques de Mornex, et celles-ci se continuent par la partie inférieure visible de la masse des assises tertiaires comprises entre le Salève et les premières grandes chaînes subalpines, dont le Mont-Brison fait partie. De cette dernière région et malgré les complications orographiques, on rattache également ces mêmes assises à celles qui, dans le nummulitique des Alpes, sont placées entre la zone coquillière de la base et le flysch, c'est-à-dire à celles que l'on désigne assez vaguement par les dénominations de *grès à Fucoïdes*, *grès mouchetés*, *grès durs*, etc. Quel que soit le chemin que l'on suive, on arrive toujours à la démonstration de ce parallélisme; il n'y a qu'une difficulté, celle des courses dans de si grandes montagnes. Tout ceci est, je le répète, sur le niveau géologique de la masse des sables de Fontainebleau.

Quant au *flysch*, qui est cette masse de schistes, de marnes et de grès marneux dont sont formés les plus grands sommets des montagnes du Chablais et du Faucigny, il serait, par ses *Fucus*, le correspondant marin des couches d'eau douce du Vengeron au bord du lac, et le tout serait naturellement le correspondant du calcaire de Beauce dans le bassin parisien. Mais l'immense développement du flysch fait supposer que sa formation a eu une bien plus longue durée que celle de ces couches d'eau douce du bord du lac. C'est encore par l'étude stratigraphique et orographique qu'on arrive à cette supposition, car il est évident qu'après le flysch dans les Alpes et après les couches d'eau douce du bord du lac, il y a eu un mouvement orographique bien marqué, qui a rejeté

la mer des Alpes vers le Jura pour commencer, dans l'emplacement actuel du bassin de la Suisse, le dépôt falunien de la mollasse marine, tel qu'on le connaît depuis longtemps.

Mollasse.

On a employé le mot *mollasse* pour désigner indifféremment tous les grès tertiaires subalpins. Je crois qu'il convient de le maintenir, parce qu'il est passé dans le langage habituel de la science, mais de ne l'appliquer, comme d'ailleurs on le fait souvent, qu'à la mollasse à faune falunienne, c'est-à-dire aux dernières couches marines du bassin de la Suisse et de la Savoie.

Cette mollasse a été depuis longtemps distinguée et décrite ; j'aurai donc peu de choses à en dire, soit sur sa grande puissance dans quelques parties du bassin de la Suisse et de la Savoie, soit sur sa faune toute falunienne, représentée par beaucoup d'espèces qui se retrouvent dans les faluns de la Touraine, et dans les couches correspondantes des bassins de Bordeaux, de la Provence et de la vallée du Rhône. J'ai signalé en 1858 et 1859 son existence dans la Bresse, et quelques-uns de ses prolongements dans l'intérieur des chaînes du Jura, en citant les fossiles caractéristiques (1).

La mollasse, abstraction faite des divisions que l'on peut y établir, est bien développée dans le bassin de la Suisse et de la Savoie ; mais il est resté jusqu'à présent beaucoup d'incertitude sur son extension du côté des Alpes, et sur ses relations avec les couches tertiaires qui lui sont antérieures de formation. On l'a même méconnue dans le Genévois, puisqu'on n'y admet que de la mollasse d'eau douce et de la mollasse rouge, selon les dénominations trop vagues des géologues du pays.

Voici ce que des études stratigraphiques et orographiques m'ont appris sur la mollasse.

Il est un fait qu'il faut noter d'abord : c'est que la mollasse, qui est fossilifère au N. de Lausanne dans le Jorat, qui l'est également dans la basse Savoie, les environs de Chambéry, d'Aix, toute la région des basses collines traversées par le Chéran, le Fier, les Usses et jusqu'à la Perte-du-Rhône, manque de fossiles dans le Genévois ; j'en dirai tout à l'heure la cause probable. Cependant il est facile de poursuivre horizontalement les couches de la mollasse, depuis les localités fossilifères de la Savoie jusque

(1) *Bull.*, 2e série, t. XV, p. 315 ; et t. XVI, p. 369.

dans le Genévois, et même jusque dans les régions subalpines, telles que les environs d'Annecy et le large pli concave qui est à l'E. du Salève. Cette proposition ne se démontre bien que sur le terrain, et n'est qu'une simple question de courses qu'il faut diriger surtout par les berges des rivières, par les pointements mollassiques épars au milieu des immenses nappes graveleuses quaternaires, et pendant lesquelles il faut tenir compte du redressement anticlinal d'une même série de couches sur les flancs des premières chaînes qui sont toutes néocomiennes.

Il est une question sur laquelle je ne suis pas suffisamment éclairé, faute de courses suffisantes, celle de savoir jusqu'où va vers les Alpes la mollasse fossilifère ou non. Je soupçonne cependant qu'il en existe dans le pli concave qui est à l'E. du Salève, et qu'il en est de même à l'E. des Voirons dans le prolongement de ce même pli concave ; car on voit ici que les couches que l'on appelle le *flysch* viennent des hauteurs voisines des Alpes plonger sous une masse de grès d'aspect mollassique, les plus supérieurs de la série dans la localité, et que de plus il y a passage insensible des couches schisteuses et gréseuses du flysch aux couches presque exclusivement gréseuses de la partie supérieure de ce grand ensemble tertiaire. Dans tous les cas, en restant dans la région qui nous occupe, on ne trouve pas, que je sache, du côté des Alpes, des indices du rivage de la mer mollassique, ce qui fait supposer que son mouvement de déplacement vers le Jura a été lent, sans grandes modifications du relief général, et que ce n'est que postérieurement que ce relief a pris ses formes actuelles.

Je sais que ces déductions, tirées uniquement de la stratigraphie et de l'orographie, plairont peu aux géologues qui n'accordent de valeur qu'aux données de la paléontologie ; mais quand les fossiles manquent, comme c'est souvent ici le cas, il faut absolument se résoudre à employer un autre moyen d'investigation qui est peu récréatif, il est vrai, et qui consiste à poursuivre horizontalement les couches. Dans ce genre d'études, la reconstruction de la surface des divers bassins sédimentaires successifs, même pendant les phases d'une même formation, est une chose de la plus grande importance.

Comme exemple, n'est-il pas évident que si, entre le Jura et les Alpes, les divers étages tertiaires se superposent successivement sans grands déplacements dans un même bassin originairement très vaste, on les voit se séparer vers le S. en deux bassins : l'un que l'on peut appeler *nummulitique*, et qui, à partir du lac d'Annecy, coupe en écharpe la chaîne des Alpes, en passant entre les

massifs de la Tarentaise et de l'Oisans ; l'autre que l'on peut appeler *mollassique*, et qui suit la vallée où le Rhône s'est établi plus tard? N'est-il pas évident que, si dans ces deux bassins séparés il y a des difficultés pour coordonner l'âge relatif des couches, ces difficultés seront moindres dans le bassin de la Suisse et de la Savoie où la formation tertiaire est continue et où tous les étages viennent se superposer?

Quant aux divisions à faire dans la mollasse, je m'en occuperai peu maintenant. Je dirai seulement que la topographie géologique montre que les assises les plus récentes sont seulement dans le fond du bassin actuel de la Suisse et de la Savoie et le long du Jura ; que les assises moyennes, qui sont les plus coquillières (Huîtres, Peignes, etc.), sont celles qui ont pénétré le plus loin dans quelques vallées intérieures du Jura, et que les assises les plus inférieures s'étendent moins hors du bassin, et sont peut-être les seules qui existent sur quelques points du Genévois, comme au moulin de Vernier, aux crêtes de Saconnex.

Maintenant pourquoi, dans le Genévois, n'y a-t-il pas autant de fossiles qu'ailleurs, sauf quelques-uns d'eau douce dus à l'existence probable d'affluents? C'est, je crois, parce que les eaux auraient été localement empoisonnées, jusqu'à l'époque falunienne, probablement par du gaz sulfhydrique qui aurait eu sa plus abondante émission à l'époque de la formation du gypse, ainsi que semblent l'indiquer les colorations rouges qui se prolongent jusque dans la base de la mollasse falunienne et qui sont dues à du peroxyde de fer anhydre résultant de la décomposition, soit des pyrites, soit des composés du fer avec l'acide sulfurique.

J'ai déjà dit en commençant que cette mollasse du Genévois se poursuit autour du Vuache jusqu'à la mollasse fossilifère de la Perte-du-Rhône ; il en est de même dans les prolongements sud du Salève vers Annecy.

Près de Genève, la colline de Saconnex (fig. 1) offre, au milieu des nappes quaternaires, un crêt de mollasse privée de fossiles, mais que la stratigraphie et la composition minéralogique indiquent comme étant de formation marine et sur le niveau de la mollasse falunienne. Les couches plongent légèrement vers le lac, mais moins que les couches sur lesquelles elles reposent et qui sont celles décrites ci-dessus au ravin du Vengeron près Chambeisy, village situé à l'extrémité nord de la colline mollassique. Un crêt de même mollasse, qui court par Bossy, Ornex, Moëns et Prévessin à l'ouest de Ferney, est le correspondant orographique de celui de Saconnex. Entre les deux il y a probablement

une faille, de même qu'il y en a une aussi dans le lac, puisque des couches marneuses très rouges et bigarrées, qui sont probablement la partie supérieure de l'étage du gypse, se retrouvent au pied de la colline de Cologny sur la rive gauche du lac. Cette dernière faille reparaît au nord du lac près et à l'Est de Lausanne; puis on en retrouve des traces au sud dans les dérangements des assises gypseuses et mollassiques des environs de Bernex, Saint-Julien et Soral. Il n'y aurait rien que de naturel si le lac de Genève était ainsi dû à une faille.

Argiles bleues à lignite.

Il s'agit ici d'un petit étage tertiaire sur lequel bien des contestations se sont élevées. Pour fixer les idées, je dirai tout d'abord qu'il s'agit du niveau des lignites de la Tour-du-Pin en Dauphiné. J'ai déjà signalé son existence dans la Bresse par des lambeaux multipliés, de même que dans la vallée néocomienne du Surand, la plus occidentale du Jura, à Sublay, Bohas et Villéreversure (1). Cet étage existe de même entre le Jura et les Alpes; il n'est donc pas de médiocre importance.

Quand on parcourt le bassin de la Suisse et de la Savoie, on trouve assez fréquemment, entre les nappes graveleuses quaternaires restées horizontales et certaines inflexions de la mollasse, ou bien entre ces nappes et les tranches rongées des divers étages tertiaires, une argile bleue qui paraît s'être déposée dans de petits bassins isolés et avoir terminé la série sédimentaire des terrains tertiaires de la contrée. Quand je dis *argile bleue*, c'est seulement pour désigner par la couleur la couche la plus puissante et la plus constante de l'étage, qui est entièrement de formation d'eau douce et renferme quelques Planorbes et Hélices, des traces de lignite et quelquefois des arbres entiers couchés dans l'argile. Le dépôt est en réalité formé d'argile plastique et de marne généralement bleue, avec des couches marno-gréseuses intercalées et avec de petits cailloux épars ou en lits discontinus plus fréquents à la base et à la partie supérieure qu'au milieu. Ces cailloux sont de provenance alpine et pour la plupart de nature calcaire, mais mélangés avec beaucoup de petits cailloux de silex blanc roulés, qui sont presque caractéristiques à cause de leur constance, même en des lieux très éloignés les uns des autres. Notons en passant que les dernières couches de la mollasse marine renferment souvent

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 321.

de semblables cailloux et qu'il n'y a ici qu'un remaniement local.

Je signalerai seulement deux de ces lambeaux, parce qu'ils sont les seuls qui touchent le territoire français du pays de Gex.

L'un est coupé par le Rhône à Chancy, localité où se réunissent les trois limites de la France, de la Savoie et de la Suisse. La coupe (fig. 2) en montre la disposition. L'épaisseur des argiles doit être assez grande, car des sondages pour le chemin de fer et pour le pont de Chancy en accusent plus de 35 mètres au-dessous des eaux du Rhône. La solidité du pont de Chancy pourrait être compromise par la nature compressible de ces argiles. Elles se poursuivent d'ailleurs très bien vers le territoire français dans le ravin profond qui est près et en aval de la gare de Chancy et qui remonte vers Farges. L'étude topographique de toute la région montre qu'ici les argiles se sont déposées dans un fond résultant de l'inflexion des couches de la mollasse, car en remontant le Rhône on voit entre Chancy et la gare de la Plaine cette mollasse sortir de dessous les eaux du fleuve, se relever vers le nord, et en poursuivant les investigations on en trouve la continuation dans la mollasse exploitée au bord du Rhône au moulin de Vernier, à 4 kilomètres de Genève, puis dans celle des crêtes de Saconnex.

L'autre lambeau est sur le Vengeron, au lieu dit le Bois des Pins (fig. 5). La masse d'argiles bleues est coupée par le ruisseau et bute contre les tranches des couches redressées de la partie supérieure de l'étage du gypse Il y a identité parfaite des deux parts et comme partout ailleurs, mais la position stratigraphique est différente, ce qui explique des dérangements et érosions préalables dans les assises tertiaires plus anciennes.

Ces argiles sont partout bien distinctes ; il n'y a rien de semblable dans toute la série tertiaire. Leur position transgressive dans le Genévois et leurs relations avec d'autres dépôts analogues plus ou moins éloignés vers le nord et vers le sud conduisent à des déductions qui sont plus importantes que cela ne paraît tout d'abord.

Ainsi, il est probable que vers la fin de l'époque mollassique, la mer, resserrée entre le Jura et le Salève, y a causé des érosions dans les terrains tertiaires, au lieu de donner lieu à des sédiments; qu'elle s'est retirée à la fois, mais assez lentement, paraît-il, vers le nord et vers le sud ; que la séparation a eu lieu dans le Genévois ; que c'est alors qu'ont commencé les dépôts d'eau douce qui nous occupent; qu'il y aurait au nord et au sud du Genévois des dépôts marins postérieurs à cette séparation, tels, par exemple,

que certains grès coquilliers tout à fait supérieurs à la mollasse le long du Jura de Bienne à Neufchâtel; que, comme conséquence, les dépôts d'argiles bleues à lignite se seraient succédé au nord et au sud au fur et à mesure que la mer se retirait, et qu'ils seraient alors d'âge un peu différents, participant des deux époques miocène et pliocène. Ces dépôts d'eau douce sont, en effet, très nombreux depuis la Méditerranée jusque dans le nord de la Suisse, et ils ont une faune de mammifères que l'on fait tantôt miocène, tantôt pliocène. La limite est encore à chercher.

Ces déductions n'ont rien de spéculatif, mais sont la simple logique des faits. C'est, par exemple, par suite de ce retrait plus ou moins lent ou saccadé de la mer, qu'une agitation des eaux aurait entassé sur certains points ou bas fonds ces lignites si fréquents, presque toujours formés d'arbres entiers, et les aurait ensevelis sous des nappes caillouteuses, très constantes aussi et très différentes des nappes également caillouteuses des dépôts quaternaires.

De l'asphalte.

Je devrais peut-être ne pas parler de l'asphalte, parce qu'il n'est pas une couche géologique, mais une simple imprégnation bitumineuse de diverses roches, surtout du néocomien. Cependant il représente quelque chose dans la série des terrains tertiaires, comme je vais essayer de le montrer par la description de la localité de Pyrimont, sur les bords du Rhône, à 6 kilomètres de Seyssel. La coupe (fig. 6) passe par l'exploitation qui est au sommet d'un mamelon ou promontoire de néocomien supérieur (*Urgonien* de d'Orbigny). Voici la série des couches de haut en bas :

1° Calcaire compacte, blanchâtre, à *Chama ammonia*, non imprégné ; lambeaux discontinus ; 1 mètre environ.

2° Calcaire crayeux, entièrement imprégné d'asphalte, sauf quelques rares parties qui ne le sont qu'imparfaitement, couleur brune dans les cassures fraîches ; anciennes surfaces blanches, crayeuses, pulvérulentes et montrant en saillie de très nombreuses coquilles de *Chama* également imprégnées d'asphalte ; principale exploitation ; 3 mètres.

3° Même calcaire, moins imprégné ; grandes parties restant à l'état blanc subcrayeux ou compacte ; nombreux *Chama* ; 3 mètres.

3° Calcaire compacte blanc non imprégné, sauf dans quelques fissures ; 6 mètres.

5° Calcaire blanc, crayeux, en partie et faiblement imprégné; nombreux *Chama;* 4 mètres.

6° Calcaire blanc compacte, saccharoïde, nullement imprégné, sauf dans quelques fissures du pourtour du massif, ainsi qu'on peut le voir dans la tranchée du chemin de fer qui a coupé à pic cette assise; nombreux *Chama;* 8 mètres.

7° Calcaire blanc ou jaunâtre généralement suboolithique; quelques *Chama;* plonge dans le Rhône à la fabrique; 10 mètres.

Maintenant, tout autour du mamelon sont des sables siliceux et argileux vaguement stratifiés, en discordance sur et contre les tranches du néocomien. Ces sables sont généralement et confusément très colorés en rouge vif, rose, violet gris et verdâtre; ils sont très imprégnés d'asphalte au contact du néocomien, mais peu imprégnés à une certaine distance, et ils offrent alors des couches et même des feuillets minces alternativement imprégnés et privés de bitume. Il s'agit évidemment ici, et l'étude stratigraphique de la contrée le démontre, des *sables siliceux* que nous avons décrits ci-dessus; ils renferment çà et là des lits ou lentilles de cailloux ou poudingues jurassiques, néocomiens et siliceux, dont la disposition n'indique nullement une action torrentielle, mais bien un arrangement comme par des vagues sur un rivage. A environ 1000 mètres en amont de Pyrimont, les bancs néocomiens asphaltiques descendent jusqu'au Rhône, sont coupés par le fleuve et donnent lieu sur la rive savoisienne à une exploitation identique: c'est celle de Volant.

L'abondance des fossiles dans les bancs bitumineux démontre que le bitume n'est venu qu'après la formation du néocomien, après un certain redressement local de ses assises et quelques fendillements, après une érosion qui avait laissé en relief le mamelon qui nous occupe, car dans le banc le plus bitumineux (n° 2) on voit des fentes de frottement remplies de carbonate de chaux cristallisé et moulé sur les stries de frottement, mais nullement imprégné quand la cristallisation a été complète et serrée.

Les couches imprégnées se poursuivent facilement un peu au delà du château du Parc, voisin de Pyrimont, mais elles cessent bientôt d'être imprégnées d'asphalte. Autour du mamelon de Pyrimont on voit que le bitume a pénétré latéralement dans les couches les plus poreuses et s'est insinué dans quelques fissures des calcaires compactes. Sur le mamelon la couche la plus riche est, il est vrai, partout également imprégnée, mais elle était la plus poreuse et le plus à découvert.

Tout fait supposer qu'à une époque antérieure à la formation

des *sables siliceux* et très probablement au commencement de l'époque tertiaire, le mamelon de Pyrimont s'est trouvé couvert d'eaux bitumineuses; que cet état de choses a duré un certain temps; que l'émission du bitume s'est prolongée, mais faiblement, pendant la formation de ces sables, puisque ceux-ci n'ont que des intercalations bitumineuses; que cette émission a cessé tout à fait après la formation des gypses, qui est quelquefois avoisinée de calcaire d'eau douce à odeur purement asphaltique.

On doit donc croire que les *sables siliceux* ne sont pas ce qu'il y a de plus ancien en fait de terrains tertiaires, et que, par comparaison avec le bassin de Paris, ils sont, quant à l'âge, plus près du gypse de Montmartre que des marnes et sables de Rilly et peut-être que des sables du Suessonnais. Si l'on trouvait quelque chose qui leur fût inférieur dans les Alpes, cela serait contemporain de l'émission asphaltique.

J'ajouterai que l'asphalte se rencontre dans des conditions toujours identiques, mais plus on moins exploitable, sur une foule de points de la région qui nous occupe, surtout en Savoie.

L'asphalte a évidemment une origine souterraine. Proviendrait-il de la distillation, par l'intervention d'une action thermale, de couches charbonneuses et bitumineuses, telles que celles que l'on remarque fréquemment dans les montagnes voisines dans le *kimméridien* et le *fuller's earth*, et dont on a tenté plusieurs fois l'exploitation pour un produit qu'on appelle huile de schiste? C'est probable.

Tels sont les éléments de la classification des terrains tertiaires qui couvrent le bassin de la Suisse et de la Savoie et envahissent le Jura et les Alpes. La paléontologie faisant souvent défaut, c'est surtout par des études stratigraphiques et orographiques que cette classification peut être établie, et elle se développera plutôt par de nouvelles études sur le terrain, que par des discussions spéculatives. C'est pourquoi je m'abstiens dans cette ébauche de beaucoup de détails qui n'auraient que ce dernier caractère, pensant que plus tard ils prendront la forme positive de faits matériels incontestables.

Je m'abstiens également, pour le moment, de parler des dépôts quaternaires, qui couvrent tout le bassin, s'éparpillent dans les Alpes et le Jura et qui sont un tout autre sujet d'étude.

M. Delesse demande à M. Benoit si l'asphalte qu'il a étudié est toujours disposé par couches, et s'il ne forme pas aussi des filons.

M. Benoit répond qu'il n'a observé aucun filon d'asphalte.

M. le marquis de Vibraye fait la communication suivante sur les terrains tertiaires de Loir-et-Cher.

Sur la découverte d'un nouveau gisement de vertébrés à Chitenay (Loir-et-Cher) ; par M. le marquis de Vibraye.

Il règne encore une telle incertitude sur l'âge relatif des différentes faunes de vertébrés, sur leur synchronisme ou leur alternance, qu'il doit paraître utile de signaler tous les faits nouveaux. D'abord il m'avait semblé nécessaire d'étudier avec plus de soin l'enchaînement des faits avant de venir les soumettre à l'appréciation de mes collègues ; mais j'ai réfléchi d'autre part sur la nécessité d'appeler à mon aide les lumières du plus grand nombre sur des faits encore trop peu connus. Je pourrai plus tard apporter, je l'espère, un ensemble plus complet d'observations ; mais en gardant par devers moi, sous ce prétexte, les découvertes partielles, je risquerais de m'isoler, et de rester trop constamment sous l'empire de mes seules impressions.

Je viens donc aujourd'hui signaler à la Société géologique de France la découverte d'un nouveau gisement de vertébrés dans le département de Loir-et-Cher et son association à un dépôt de coquilles fluviatiles, intéressante en ce sens que les deux faits réunis indiquent la présence d'un de ces grands courants qui déversaient dans la mer du falun les dépouilles des mollusques fluviatiles et terrestres, en même temps qu'ils entraînaient des troncs de palmiers et des ossements de Pachydermes et de ruminants, dont nous retrouvons près des rivages les débris recouverts de Serpules, de bryozoaires et de polypiers encore adhérents à ces restes des grands végétaux aussi bien qu'aux ossements roulés.

Il y a quelques années, dans le lit du grand courant *ligérien*, si je puis ainsi parler pour exprimer un débit supérieur à celui de notre Loire contemporaine et dégénérée, nous avons pu constater à Tavers, près Beaugency, la présence de coquilles fluviatiles et terrestres analogues à celles que nous trouvons mélangées, notamment à Pont-Levoy, dans la faune marine des rivages faluniens. Ce sont des Avicules, des Mélanies, des Hélix tellement friables, qu'il était impossible d'en conserver même des débris déterminables. Ils ont aussitôt disparu, mais se sont maintenus pourtant assez longtemps pour permettre sur place la constatation de leur identité complète avec les espèces retrouvées en meilleur état de

conservation dans le falun. Aujourd'hui, grâce à de nouvelles recherches, j'ai pu reconnaître un nouveau dépôt de ces mollusques dont l'existence m'avait été signalée depuis deux ou trois ans, sans qu'on eût pu m'indiquer leur nature et même la localité précise où je devais les retrouver en place. Ce n'est que dans ces derniers temps et à l'époque où l'abondance des eaux mettait obstacle à des recherches plus précises, que j'ai constaté l'existence du dépôt au fond d'une fosse aujourd'hui remplie d'eau. Je n'ai pu recueillir que des débris, en assez grand nombre, il est vrai, non pas *in situ*, mais sur les talus qui bordent cette fosse et dans les terres environnantes où ces coquilles ont dû servir à l'amendement du sol. C'est à l'époque des sécheresses qu'il me sera permis d'entamer le dépôt lui-même. J'ai constaté la présence de fragments d'Unio associés aux nombreux débris de *Melania miocenica* (Mayer), *aquitanica* (Noulet), qui se retrouve en Auvergne aussi bien que dans tout le sud-ouest de la France, comme pourra vous le confirmer notre savant collègue M. Lartet, qui a recueilli cette dernière espèce depuis Pau jusqu'aux environs de Toulouse, à Navarin (Basses-Pyrénées) où cette espèce caractéristique se trouve associée à des ossements de *Dinotherium*, comme dans notre falun de Touraine et tout spécialement du Blésois.

Je voudrais qu'il me fût dès aujourd'hui permis de circonscrire les rivages de la mer falunienne constatés par la présence des coquilles lithophages, ou tout au moins des perforations qu'elles ont pratiquées à la surface des roches du calcaire lacustre supérieur encore en place en stratifications concordantes, et si constamment dans l'assise supérieure, le *calcaire à Hélices;* mais, si j'ai pu reconnaître ces rivages sur un certain nombre de points extrêmes, il subsiste encore bien des lacunes à combler. Une autre étude poursuivie sans relâche devra nous conduire à connaître la direction des grands courants qui apportèrent au falun les ossements entraînés que j'avais supposés jusqu'à ce jour appartenir à la même faune que les dépouilles recueillies à Sansan, dans les sables de l'Orléanais et du Blaisois; mais tout en constatant l'existence de ces grands courants, nous sommes encore éloignés du moment où nous pourrons les suivre pendant tout leur cours et remonter jusqu'à leur origine.

Nous pouvons seulement constater dès aujourd'hui qu'ils ont sillonné, corrodé sur certains points les roches mêmes du calcaire lacustre supérieur, et, tout en reconnaissant qu'un certain nombre de ces grands courants ont suivi la configuration des bassins hydrographiques de la Loire et des autres cours d'eaux actuellement

existants, notamment le Cosson, le Beuvron, et probablement aussi les bords du Cher et peut-être de la Sandre, ces deux derniers assez mal étudiés jusqu'à ce jour, ces courants, dis-je, ont pourtant suivi sur certains points des diagonales, soit que les dépressions naturelles du sol aient guidé leur nouveau cours, soit qu'ils aient eux-mêmes creusé des bassins nouveaux, en corrodant les roches préexistantes, ou bien en se frayant un passage à travers les terrains meubles et les sables de transport qui séparaient les différents cours d'eau parallèles. J'ai constaté dans la forêt de Russy, au sud de Blois, sur le plateau séparant les bassins du Cosson et du Beuvron, un courant de cette nature ayant corrodé la surface du calcaire lacustre ; mais ce dernier me semble appartenir à l'époque diluvienne, à en juger par l'inspection des débris erratiques retenus à la surface des roches calcaires ; ce sont en effet des quartz roulés et des fragments feldspathiques (albites ou orthoses) ; sur plusieurs points du plateau de la Sologne, ces derniers sont parfois chatoyants comme les adulaires de Saint-Gothard. Ce sont le plus souvent les documents oryctognostiques, à défaut des caractères paléontologiques, dont nous pouvons nous servir pour apprécier sur la plupart des points la séparation de l'époque *alluviale* et du diluvium. Notre sol a nécessairement été modifié, puisque les rivages du falun se retrouvent à plus de 100 mètres au-dessus des mers actuelles. Les deux phénomènes qui précèdent ont dû contribuer à le constituer dans l'état où nous le voyons aujourd'hui ; mais si la configuration du sol extérieur ne nous semble pas avoir beaucoup varié depuis l'époque alluviale, pourtant certains bassins ont été nécessairement comblés par des courants dont nous ne pouvons suivre rigoureusement les traces, mais dont nous devons admettre l'existence lorsque nous retrouvons des gisements d'ossements fossiles aux Murblins, commune de Cour-Cheverny ; la Rousselière, commune de Cheverny ; la Chainaye, commune de Chailles, etc., à une distance notable des rivages circonscrits par les calcaires lacustres et leur perforation. Dans l'état présent de la configuration du sol, nous voyons, il est vrai, l'ancien courant de la Loire suivre sur les hauteurs le cours du fleuve actuel, comme les travaux du chemin de fer de Tours en ont fourni la preuve sur un grand nombre de points ; comme antérieurement la présence d'un gisement d'ossements fossiles aux environs d'Avaray pouvait en offrir un exemple ; comme on pouvait apprécier d'autre part la déviation du cours actuel par l'existence du gisement de Chevilly et la constatation du passage d'un courant à travers la forêt d'Orléans. Mais pour en revenir à la Sologne dont je dois

m'occuper ici plus spécialement, les sables alluviens et postérieurement diluviens ont dû s'y déverser par différentes issues ; c'est une conséquence des altitudes mêmes actuelles de l'étiage de la Loire et de l'Allier. Par suite de ces altitudes, les grands courants ont dû verser leurs sables sur toute la Sologne, et ne pas suivre le contour de la Loire entre Nevers, Cosne, Gien, Orléans, Blois et Tours. Lorsque les eaux trouvaient un chemin beaucoup plus court, leur pente était nécessairement plus rapide, et devait conséquemment entraîner plus de débris, et les atterrissements s'opérer avec plus de puissance et dans un plus bref délai. Un des plus hauts points de la Sologne est Suesmes qui atteint 131 mètres d'altitude ; la Motte est à 123 ; Nouan, 116 : Tremblevif, 112 mètres, et la moyenne entre Blois et Romorantin lorsqu'on a quitté la Loire, et qu'on a traversé les bassins du Cosson et du Beuvron, et de leurs affluents dont nous devons faire abstraction, est de 102 mètres en moyenne. Depuis la Charité dont l'altitude est 165 mètres jusqu'à Briare, 130, et Gien, 126 mètres, la Loire a dû constituer en quelque sorte pour la Sologne, qu'on me permette l'expression, un immense collateur ayant favorisé la formation d'une infinité de courants secondaires qui ont dû transporter les dépouilles des animaux dont nous retrouvons les débris. C'est à l'existence des terrains meubles que nos sources doivent très probablement encore aujourd'hui leur origine. Leur analyse démontre une identité complète avec les eaux de la Loire. Si ce n'est une preuve, c'est tout au moins une donnée qui nous permettra d'en tirer l'induction : que sur beaucoup de points les infiltrations ont dû suivre ces couches meubles et perméables pour venir s'introduire entre deux couches imperméables déposées dans les dépressions du sol, et jaillir à leur ancien niveau, moins la perte du niveau réclamé pour le parcours des eaux dans le sous-sol. Les couches imperméables, argiles ou marnes, dans un certain nombre de bassins de la Sologne, appartiennent à des couches superficielles qui reposent même sur les sables du diluvium. Est-ce un remaniement des transports antérieurs, un loess, une révolution nouvelle? Je n'ai pu jusqu'à ce jour approfondir cette question, et j'arrive au nouveau gisement d'ossements fossiles dont je me proposais d'avoir l'honneur de vous entretenir aujourd'hui.

C'est dans un de ces bassins dérivatifs s'écartant de la rive gauche du Beuvron, pour prendre la direction des rivages faluniens vers le sud-ouest, que j'ai constaté dans la commune de Chitenay (Loir-et-Cher) un nouveau gisement d'ossements fossiles

qui présente des faits tout nouveaux, en identifiant cette faune blésoise avec celle des plateaux d'Auvergne. Sans doute la configuration du sol n'oppose point d'obstacle mécanique à ce dépôt ; mais, à de très rares exceptions près, la faune de l'Orléanais, du Blésois et de la Touraine avait été celle de la colline de Sansan. La faune d'Auvergne lui est antérieure ; c'est donc en quelque sorte une anomalie que de la retrouver si rapprochée, confondue même avec nos faunes probablement d'un autre âge. Qu'il me soit permis de faire aujourd'hui trève avec les hypothèses, et de ne pas chercher à relier témérairement et prématurément la faune paléontologique du plateau central d'Auvergne aux débris charriés par les grands courants alluviens contemporains de la mer du falun. Constatons seulement qu'aucune impossibilité matérielle ne s'oppose à l'existence de ce dépôt qui pouvait, en raison même des altitudes, arriver directement à travers la Sologne jusqu'aux rivages faluniens.

J'ai donc l'honneur de soumettre à votre examen les échantillons que j'ai pu recueillir dans la commune de Chitenay.

Ce sera d'abord :

1. La *Melania aquitanica*, compagne, dans le midi de la France, du *Dinotherium*.
2. Une côte de Rhinocéros.
3. Un fragment d'une mâchoire inférieure droite de Rhinocéros *minutus*, pourvue de la 3e et 4e prémolaire et de la 1re molaire.
4. Une molaire supérieure de Rhinocéros se rapprochant du *R. gannatensis* de M. Duvernoy.
5. Un astragale d'*Anthracotherium*.
6. Un fragment d'écaille de Crocodile.
7. Des débris de carapace d'*Emyx*.
8. Des débris de carapace de *Tryonix*.
9. Un fragment de mâchoire inférieure droite pourvue des deux dernières molaires. M. Lartet considère ce débris comme appartenant au *Cainotherium medium* de la haute Auvergne (Saint-Gerand-le-Puy, etc).
10. Un premier os du carpe d'*Amphycion*. (*N. B.* M. l'abbé Bourgeois a déjà trouvé quelques débris d'*Amphycion* dans le falun de Pont-Levoy, comme aussi quelques autres représentants de la faune d'Auvergne, que le gisement aujourd'hui découvert à Chitenay, dans un courant se dirigeant vers les rivages du falun, vers les communes de Cheverny, Contres, Soings, Thenay, Pont-Levoy, peut servir à expliquer en ce moment.)

11, 12, 13. Des spécimens des sables où se sont rencontrés les ossements.

14. Enfin, deux échantillons, l'un de marne et l'autre de terre végétale contenant des Cyclostomes et des Hélix (*Cyclostoma elegans*, *Helix nemoralis*). Ces deux dépôts, comme sur un grand nombre de points de la Sologne, appartiennent à l'important dépôt superficiel que je crois devoir attribuer à un remaniement peut-être contemporain du lœss.

Je comptais m'arrêter ici, lorsqu'à la dernière séance de la Société géologique la communication de M. Laugel sur la géologie d'Eure-et-Loir a réveillé chez moi de vieux souvenirs, et m'engage à donner prématurément quelques détails sur des études que je réservais pour une époque à laquelle j'aurais pu traiter *ab extenso* la question de la superposition des couches du Blésois, sans toutefois m'arrêter aux limites d'une circonscription territoriale, les études géologiques ne reconnaissant pas les frontières. Pour étudier la superposition des couches, il faut souvent consentir à rechercher au loin le point où elle se manifeste avec plus d'évidence, poursuivre jusqu'à la limite des terrains, afin de parvenir à connaître une formation de la base au sommet et sa relation avec d'autres étages géologiques.

Je réclamerais avant tout l'ensemble complet de cette coupe du terrain d'eau douce, depuis le passage des grès marins de Fontainebleau à la faune saumâtre des premières assises inférieures du calcaire de la Beauce, ou, en d'autres termes, le passage de la faune d'Étrechy, Morigny, Jeurre, à celle d'Ormoy, c'est-à-dire la transition d'une faune purement marine à une faune mixte préludant à la formation lacustre fluviatile et terrestre qui va lui succéder.

Il y a environ vingt-quatre ans, lorsque je me suis occupé du bassin *falunien* de notre département, j'ai voulu m'assurer de l'âge et de la position de cette formation miocène, de cette mer circonscrite par des rivages, et qu'on s'évertuait alors à considérer comme un terrain de transport, parce qu'à proximité des rivages les mollusques, ainsi que les ossements, avaient été roulés, et qu'alors on ne connaissait pas encore l'existence des grands courants apportant par divers affluents les débris des grands vertébrés jusque dans le sein des mers. On avait confondu ces courants essentiellement fluviatiles avec les dépôts marins; on croyait voir le falun partout où se rencontraient des ossements fossiles. Un examen plus attentif a fait reconnaître, dans les rares mollusques accompagnant les ossements, les dépouilles de coquilles fluviatiles ou même terrestres dont nous pouvons aujourd'hui

constater les gisements et l'association aux ossements des grands vertébrés. Cette obscurité, qui régnait encore sur l'âge et les conditions d'existence des formations marines les plus récentes de l'ouest de la France, existait également à l'endroit de nos calcaires d'eau douce. J'ai donc été rechercher au loin la superposition des assises inférieures de ce système de roches, afin de les remonter jusqu'aux rivages des faluns ; c'est à Étampes que j'ai dû m'arrêter pour constater, comme je le disais plus haut, le passage de la faune marine à la faune mixte, aux eaux saumâtres.

Les *Cerithium plicatum* et autres, qu'on trouve mélangés, dans la localité d'Ormoy seulement, avec les coquilles marines, s'associent bientôt à des Lymnées, Planorbes et Paludines dans l'assise inférieure de ces terrains lacustres qu'on peut observer sur les plateaux bordant les deux rives de la Juine, mais plus particulièrement à la côte Saint-Martin où la coupe et la superposition sont parfaitement établies. Vient ensuite un grès quartzeux renfermant des graines et tiges de Characées. Ce grès est surmonté par la première assise du calcaire de la Beauce proprement dit. Sur celui-ci repose une assise de meulière, de grès quartzeux, de silex, passant arbitrairement de l'un à l'autre, comme j'ai pu le constater sur une foule de points, plus particulièrement en Sologne. Une seconde assise calcaire vient reposer sur les dépôts siliceux. Au-dessus de celle-ci, vous rencontrez encore des zones siliceuses, mais plus spécialement des rognons de quartz résinite ; enfin la partie supérieure du calcaire de la Beauce, le calcaire à Hélices, caractérisé notamment par *Helix Moroguesi*, *Tristani*. J'ai constaté la présence de ce calcaire à Hélices sur la rive droite de la Loire, à Villebarou, Villeromain ; sur la rive gauche, à Cheverny, Pont-Levoy (1). Le calcaire à Hélices de cette dernière localité se trouve perforé sur place par la *Pholas dimidiata*, et j'ai des Hélices passées à l'état de calcaire empâtées dans cette roche, et traversées elles-mêmes par les perforations de ces mollusques lithophages. Ces calcaires supérieurs sont en outre maculés de nodules de calcaire bitumineux et fétide, et la localité de Saucats, près Bordeaux, nous a fourni des calcaires lacustres perforés tellement

(1) Ce calcaire à hélices est l'horizon le mieux défini qui se puisse voir. A Villebarou, les stratifications concordantes de cette assise, la plus supérieure du système de la Beauce, sont perforées de bas en haut par des lithodomes, dont les coquilles ont disparu et dont on ne retrouve des dépouilles qu'à Pont-Levoy.

identiques avec ceux de la rive droite de la Loire (Villebarou, Villeromain, la chaussée Saint-Victor, etc.), qu'il faut regarder l'étiquette pour distinguer la provenance de ces échantillons.

La formation lacustre de la Beauce (calcaire ou silex) commence donc où finit le grès de Fontainebleau, s'élève sur le plateau de la Beauce jusqu'à Chevilly (je ne la poursuivrai pas à gauche jusqu'à Malesherbes et Montabuzard), longe ensuite les deux rives de la Loire, et vient reposer dans l'ouest et le centre sur les assises du terrain crétacé, pousse des ramifications en Sologne, depuis la Loire, près de Nouan (le Cavreau), Saint-Dié, Montlivault, Huisseau, Vineuil, Mont, la forêt de Russy, Cellettes, jusqu'au delà et sur la rive gauche du Beuvron, dans les communes de Chitenay, Cormeray, Cour-Cheverny, Cheverny, Thenay, Pont-Levoy, Chemery. Sur la rive droite de la Loire et le plateau de la Beauce est un banc continu de la rive du chemin de fer de Chartres à la Loire. Les quartz résinites, dont je connais notamment en Sologne de nombreux dépôts, s'associent la plupart du temps à l'assise supérieure de cette formation lacustre, et semblent avoir plutôt rempli postérieurement des cavités que formé un banc normal et continu, que constitué une assise proprement dite de la formation lacustre supérieure du système de la Beauce.

Je ne m'étendrai pas davantage aujourd'hui sur un sujet que je me propose d'exposer plus complétement, lorsque j'aurai pu terminer le classement de la faune miocène de notre falun, et préparer une monographie des espèces inédites, en appelant à mon aide les lumières et la collaboration de l'un de nos collègues les plus compétents, M. Deshayes.

M. Viquesnel communique une lettre qui lui est adressée de Vienne par M. Boué, et renferme des renseignements intéressants sur la statistique des Sociétés savantes. Cet ouvrage, auquel M. Boué travaille depuis près de quarante ans, est le développement du *Plan d'une bibliographie générale des sciences géologique, minéralogique et paléontologique* qu'il a exposé en 1833 (1), et qu'il a depuis lors étendu à toutes les

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., t. III, p. 259. On sait que M. Boué n'a jamais négligé de nous tenir au courant de la fondation des nouvelles Sociétés savantes, et de la publication à l'étranger des principaux ouvrages qui intéressent les géologues. Pour les renseignements de cette nature, voyez notamment les *Résumés*

Résumé numérique d'une statistique méthodique des Sociétés savantes et autres, de leurs publications et des journaux de tous genres, par M. Ami Boué.

Numéros d'ordre.	DÉSIGNATION DES SCIENCES ET DES MATIÈRES.	NOMBRES DES INSTITUTIONS. Académies et Sociétés savantes.	Universités, Écoles supér. (sans les Écoles primaires).	Musées principaux et les plus connus.	Totaux.	NOMBRES DES PUBLICATIONS. Bulletins, mémoires et autres écrits des Sociétés savantes et des Académies.	Journaux et autres écrits des Universités, Écoles sup. et Musées.	Journaux périodiques traitant de sciences, arts, lettres, etc.	Totaux.
1	Sciences de tous genres	1,328	150	.....	1,478	501	.....	964	1,465
2	Sciences mathém., phys., chimiq.	171	635	78	884	212	.....	539	751
3	Sciences naturelles : géol., paléontol., abrégé de géographie-physique, voyages et statistiq.	617	365	823	1,805	859	452	1,850	3,121
4	Sciences médicales, chirurgicales, vétérinaires, etc.	497	118	..... (*)	615	289	63	1,292	1,644
5	Sciences agricoles de tous genres : horticulture, sylviculture, etc.	2,590	441	.....	3,031	278	.....	908	1,186
6	Sciences militaires et nautiques	26	195	32	253	5	16	155	176
7	Sciences de l'ingénieur et de l'architecte	462	59	.....	521	33	3	256	292
8	Sciences technologiques de tous genres	969	1,084	... 50 à 100	2,153	170	.....	545	715
9	Beaux arts	1,321	900	(principaux) 50	2,271	140	.....	350	490
10	Érudition : histoire, archéologie, numism., philologie.	805	87	206	1,098	446	.....	1,120	1,566
11	Pédagogie { éducation populaire,	208	8,515	.....	10,723	51	.....	539	590
	Pédagogie { Sociétés de lecture	.....	2,000						
12	Économie politique et sociale	12,666	.....	.....	12,666	9	.....	401	410
13	Droit et lois	118	140	.....	258	4	.....	359	363
14	Religion et morale (1)	7,769	270	.....	8,039	54	.....	300	354
15	Franc-maçonnerie (nombre des loges principales)	800 à 1,000	.....	.....	800 à 1,000	.....	.....	147	147
16	Philosophie	12	.....	.....	12	.....	.....	28	28
17	Bibliographie, Journaux littéraires et Revues	1	.....	.....	1	.....	(**) 741	728	1,469
	Totaux	30,560	14,959	1,289	46,808	3,031	1,255	10,348	14,634
	A déduire les doubles emplois (2)	485	.....	.....	485				
	Il reste	30,075	.....	.....	46,323				
	Nombres actuels sans doubles emplois	28,700	14,900	1,289	44,889	3,000	1,255	3,600	7,855

	RÉCAPITULATION DES PUBLICATIONS. Ayant paru ou paraissant encore.		En cours actuel de publication.	
	Report des publications ci-dessus	14,634		7,855
	A ajouter :			
18	Journaux politiques	8,000	de 5,792 à	6,000
19	Journaux d'amusement	4,065	environ	3,000
	Total des publications	26,699		16,855

(*) Les Musées anatomiques et pathologiques sont comptés parmi ceux des sciences naturelles (n° 3).

(**) 741 répertoires.

(1) Dans ce nombre je comprends 7,320 Sociétés bibliques protestantes; j'y comprends également les Sociétés catholiques des *Bons livres* et les Sociétés protestantes qui publient et distribuent de petits *Traités* (Tracts) *religieux*. Mais je ne tiens aucun compte des Congrégations ou Confréries catholiques.

(2) Les *doubles emplois* résultent de l'obligation où je me suis vu de porter, dans deux divisions (au moins) du tableau, les Associations s'occupant de plusieurs branches des connaissances humaines, par exemple : l'Institut comprenant cinq Académies, les Académies composées de plusieurs sections, etc.

autres sciences. En attendant qu'il trouve un éditeur qui se charge de publier les fruits de ses immenses recherches, M. Boué fait connaître aujourd'hui le résumé numérique de sa bibliographie générale.

Statistique méthodique des Sociétés savantes, artistiques et autres, de leurs publications et journaux de tous genres; par M. Ami Boué.

Le résumé numérique de ma statistique concerne les cinq parties du monde et renferme : 1° le nombre des Sociétés, des Universités et des Écoles supérieures ayant existé ou existant encore; 2° le nombre de leurs écrits classés d'après leur mode de publication (bulletins, annuaires, comptes-rendus, rapports, mémoires, journaux, etc.) ; 3° le groupement de ces Sociétés, Universités, écrits, et des journaux par races et sous-races, d'après les religions, d'après les époques de leur existence, d'après les lieux où ces Sociétés et ces journaux vivent ou ont vécu. Ces renseignements statistiques sont distribués dans cinq tableaux qui pourraient servir à construire des cartes d'après le procédé de M. Dupin. S'ils étaient imprimés, ils donneraient une idée de la richesse de mes moissons, et alors on verrait s'il y a possibilité de publier l'énumération des Sociétés et Universités, leur organisation intérieure, la bibliographie de leurs travaux, celle des journaux scientifiques, artistiques et autres.

Le tableau ci-contre renferme les résulats numériques de leur classement méthodique ; il résume l'histoire du mouvement intellectuel, dont les débuts remontent au moyen-âge, et qui fait, surtout depuis la fin du siècle dernier, des progrès incessants.

Je donnerai maintenant un seul petit échantillon de statistique plus détaillée, que je choisis de préférence, à cause de la nouveauté du mouvement social dont il offre l'esquisse, et du peu de connaissance qu'on paraît avoir sur ce sujet.

---

des progrès de la géologie qu'il a rédigés pendant son séjour à Paris (*Bull.*, 1re série : t. Ier, p. 71 ; t. II, p. 133 ; t. III, p. 32 ; t. IV le quart du volume; t. V tout entier; t. VI, p. 151). Depuis son installation à Vienne à la fin de l'année 1835, M Boué a adressé chaque année à la Société des lettres sur le même sujet (voyez les huit derniers volumes de la 1re série et tous ceux de la 2e).

Assemblées nomades annuelles. .		sans siége central fixe.	180	315
		avec siége central fixe.	50	
		de Sociétés à résidence fixe.	28	
		de délégués de Sociétés à résidence fixe. . . .	57	
Appendice.		Fêtes populaires périodiques.		*n*
Congrès. . . .	nationaux.	pour une race (par exemple, les Slaves).	4 à 5	253
		pour un pays.	175	
	internationaux ou cosmopolites. . . .	tenus une fois.	55 à 56	
		répétés.	11	
		devenus périodiques.	5 à 6	
Appendice. .	Fêtes populaires. .	occasionnelles.		*n*
		internationales, déjà.		24

M. Albert Gaudry, secrétaire, présente la note suivante de M. Ébray :

Remarques sur les dépôts à oolithes ferrugineuses du département de la Nièvre; par M. Ébray.

Dans une note précédente, j'ai appelé l'attention des géologues sur la coïncidence des eaux minérales avec les failles, fait d'ailleurs déjà soupçonné par quelques savants. J'ai prouvé, en effet, que les sources de Pougues et de Saint-Honoré jaillissent dans les interstices de ruptures que l'on peut suivre sur de grandes étendues.

J'appliquerai aujourd'hui ce principe à l'étude de la question de la séparation des étages.

Si à l'époque actuelle les interstices des failles ne sont pas encore assez remplis pour empêcher les eaux artésiennes et souvent ferrugineuses de se faire jour et de se répandre à la surface du sol, il est clair qu'aux époques reculées ce phénomène devait se produire avec une beaucoup plus grande intensité, et avoir pour conséquence des effets beaucoup plus sensibles. *Le maximum de ces effets a dû coïncider avec les crises géologiques*, c'est-à-dire peu d'instants après la production des failles.

Or, si nous examinons la situation géologique des principales couches ferrugineuses, nous observerons :

1° Que la grande période de la craie, y compris la craie tuffeau et la craie chloritée, commence souvent par un dépôt argileux pétri de grains de silicate de fer ;

2° Que la période subcrétacée débute par des couches à oolithes ferrugineuses (étage néocomien) ;

3° Que la grande formation, qui comprend l'étage oxfordien supérieur, l'étage corallien, l'étage kimméridgien et l'étage portlandien, intimement liés entre eux, d'une part par les couches

transitoires du calcaire à Astartes, d'autre part par la persistance de la Gryphée virgule dans l'étage portlandien, commence par l'oolithe ferrugineuse à *Ammonites cordatus ;*

4° Que l'étage callovien débute aussi, dans beaucoup de cas, par les couches à oolithes ferrugineuses, à *Ammonites macrocephalus* (*macrocephalus Oolith*, de Quenstedt) ;

5° Que la grande oolithe commence à se développer, dans beaucoup de lieux, par une couche à oolithes ferrugineuses contenant des *Ammonites bullatus*, *arbustigerus*, *Parkinsoni ;*

6° Que l'oolithe inférieure repose sur les couches à oolithes ferrugineuses et à *Ammonites insignis ;*

7° Que le lias supérieur commence aussi souvent, comme dans certaines localités de la Nièvre, par une couche à oolithes ferrugineuses qui repose sur les calcaires à *Gryphæa cymbium*.

On est donc conduit à supposer que les étages géologiques s'annoncent souvent par des dépôts ferrugineux qui trouvent naturellement leur raison d'être dans les sources ferrugineuses qui se sont fait jour à travers les failles, surtout après la production des catastrophes géologiques (1).

Je dois cependant faire observer, en ce qui regarde la couche ferrugineuse à *Ammonites insignis*, qu'elle est placée par quelques géologues dans l'oolithe inférieure, par d'autres, au contraire, dans le lias supérieur, et que l'interprétation de la présente théorie paraîtrait plutôt donner raison à ceux qui classent cette couche litigieuse dans l'oolithe inférieure, malgré l'existence de quelques fossiles qui se rencontrent aussi dans le lias supérieur.

M. Triger prétend que les minerais de fer ne se trouvent pas, comme le dit M. Ébray, à la séparation des étages. Une même couche est ferrugineuse sur un point et cesse de l'être sur un autre ; il arrive souvent que les couches ferrugineuses se trouvent dans le milieu même d'un étage. M. Triger ajoute qu'il a étudié beaucoup de failles dans la Sarthe, les Deux-Sèvres, la Vienne, et qu'il n'a jamais remarqué dans ces failles la moindre trace de fer, tandis que, si l'opinion de M. Ébray

(1) Il est clair que le maximum d'intensité de ce phénomène éruptif a dû se produire peu de temps après la production des catastrophes ; mais il a pu se continuer en faiblissant pendant tout un étage géologique, ce qu'explique la présence de quelques veines ferrugineuses au milieu des étages.

était juste, ces failles devraient former des filons ferrugineux, ou tout au moins présenter des traces de minerai de fer.

Séance du 19 *mars* 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Laugel, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, février 1860.

De la part de M. Étallon, *Recherches paléontologiques sur la chaîne du Jura* (tiré des *Archives des sciences de la Bibliothèque universelle de Genève*, février 1860), in-8, 33 p.

De la part de M. E. de Fromentel, *Introduction à l'étude des éponges fossiles* (extr. du t. XI des *Mémoires de la Soc. linn. de Normandie*), in-4, 50 p., 4 pl. Caen, 1859 ; chez A. Hardel.

De la part de M. V. Raulin, *Table méthodique des matières contenues dans les tomes I à XX des Bulletins et des Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, in-8, pp. 905-994, 8 février 1860.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t, L, nos 10 et 11.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. VII, 1859, 2e partie. — *Bulletin des séances*, f. 15-20.

L'Institut, nos 1366 et 1367, 1860.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 134, 13e année, février 1860.

The Athenæum, nos 1690 et 1691 ; 1860.

Revista minera, t. XI, n° 235, 1er mars 1860.

M. Deshayes rend un compte sommaire des découvertes

paléontologiques faites par M. Bravard dans les terrains tertiaires de l'Amérique du Sud, et présente un Catalogue des animaux fossiles que ce géologue y a recueillis.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Cornuel :

Wassy, 2 mars 1860.

Monsieur le Président,

La communication que j'ai faite à la Société le 17 mai 1858 a dû lui faire penser que je lui enverrais bientôt les figures, alors déjà commencées, et la description des *fossiles d'eau douce de l'étage néocomien du département de la Haute-Marne.* L'envoi n'en ayant pas eu lieu jusqu'à présent, je dois lui en expliquer la cause, et la prier en même temps d'en agréer mes excuses.

En commençant le texte de la description, dans les moments où je quittais les dessins, je dus aviser à expliquer mon opinion sur l'interposition d'une faune d'eau douce entre les assises marines d'un groupe. Ceci m'engagea dans un travail de comparaison long et minutieux, que des circonstances indépendantes de ma volonté m'ont contraint à interrompre, et que j'ai d'ailleurs recommencé entièrement jusqu'à quatre fois, pour tâcher de le rendre plus digne de l'attention de la Société. J'en ai fini avec ce travail de comparaison ; mais sa mise au net exigera un certain temps. Comme il m'a obligé à suspendre la description des débris organiques fluviatiles, j'ai résolu d'en faire l'objet d'une communication séparée. En attendant que je puisse vous le faire parvenir, je crois devoir indiquer à la Société les résultats qu'il m'a donnés.

1° Les faits s'opposent à ce que l'on admette la division en trois étages, qui a été proposée, pour le groupe du grès vert inférieur (*lower green sand*) de l'E. et du S.-E. du bassin anglo-français. Il n'y a, dans cette région du bassin, que deux étages, dont la limite a été nettement marquée par une oscillation du sol. L'inférieur, ou *étage néocomien* proprement dit, se subdivise en deux sous-étages : le *sous-étage néocomien inférieur*, produit de l'oscillation descendante, et le *sous-étage néocomien supérieur*, effet de l'oscillation complémentaire ou ascendante. Ils sont tous deux comme soudés l'un à l'autre, au lieu de se distinguer par une ligne précise de démarcation. Chacun de ces sous-étages comprend deux assises. Quant à l'étage supérieur, auquel il n'y a pas d'inconvénient de conserver le nom d'*aptien*, il n'est divisible qu'en deux assises, y ayant d'ailleurs nécessité d'en faire sortir les *sables*

verts, et de les réunir au groupe du gault. Mais les étages néocomien et aptien ne sont pas indépendants l'un de l'autre. Leurs caractères paléontologiques établissent entre eux des rapports qui prouvent qu'ils ne sont que les deux parties d'un même groupe.

2° On constate, à l'aide des faits zoologiques, tout ce qui suit :

Le niveau des *Ancyloceras* et *Crioceras* de l'étage aptien est identique dans le bassin de la Seine et dans l'île de Wight.

Le principal niveau de l'*Exogyra sinuata*, Leym. (*Gryphæa sinuata*, Sow., *Ostrea aquila*, d'Orb.) et de la *Terebratula sella*, qui occupe la partie supérieure de l'assise IV de cette île (Fitton, *Quarterly Journal*, etc., vol. III, 1847), est synchronique du premier niveau des mêmes mollusques dans l'étage aptien de l'est.

La faune marine a été cinq fois alternante et trois fois partagée. Ainsi, après son développement dans la *marne calcaire bleue* et le *calcaire à Spatangues* de l'est, elle s'est portée dans l'assise I à *Perna Mulleti* d'Angleterre, et a fait le vide dans *l'argile ostréenne inférieure*. Elle s'est ensuite partagée entre l'assise II d'Angleterre, dite *Atherfield-clay* et notre *argile ostréenne supérieure*. Puis, la mer ayant fait place à l'eau douce, dans l'est du bassin, la faune marine s'est portée tout entière dans l'assise III de l'île de Wight (les *crackers* contemporains du *Kentish-rag*), qu'elle n'a quittée qu'au moment où elle a reparu dans la *couche rouge* de l'est, pendant le dépôt de laquelle elle s'est considérablement affaiblie dans les deux tiers inférieurs de l'assise IV de l'île de Wight. C'est après cela que sont venus les deux autres partages, qui ont pour principaux caractères, l'un, la première affluence simultanée de l'*Exogyra sinuata* et de la *Terebratula sella*, et l'autre, les céphalopodes aptiens à tours non contigus et certaines espèces d'Ammonites, dans les deux régions opposées du bassin. Il n'y a plus eu ensuite, avant la fin du groupe, qu'une seule migration de la faune : c'est celle qui a peuplé l'assise XIV, dite *ferruginous bands of Black-Gang Chine*, au détriment de *l'argile à Plicatules supérieure* du bassin de la Seine.

3° Outre les oscillations principales, il y a eu des oscillations secondaires, et les changements minéralogiques sont d'accord avec l'absence ou les variations de la faune marine pour les faire connaître toutes. Un des résultats du travail comparatif est que le *sous-étage néocomien inférieur* de l'est, jusqu'à la base de la *marne argileuse jaune* inclusivement, est contemporain du groupe wealdien d'Angleterre, son assise inférieure représentant les *sables d'Hastings*, et son assise supérieure ayant pour synchronique l'*argile de Weald*, ce qui rentre dans l'opinion émise depuis long-

temps par M. Élie de Beaumont dans son cours à l'École des mines. L'*hiatus* que l'on a dit exister dans le bassin de la Seine n'a pu se produire que pendant le dépôt des couches de Purbeck, réunies maintenant à la formation jurassique, dont elles ont clos la période dans certaines contrées.

4° La faune observée, en Angleterre, à la base du *lower green sand*, n'est pas, comme on l'a avancé, la faune néocomienne inférieure; c'est la faune néocomienne supérieure, eu égard à notre division, ou, ce qui est la même chose, la faune moyenne du groupe entier. Les changements paléontologiques le prouvent.

5° Le pays de Bray, haut-fond intermédiaire entre deux régions qui oscillaient en sens inverse, contient comme elles les deux étages néocomien et aptien, mais plus rudimentaires, et avec des produits mixtes à la base du premier.

Je serais satisfait, monsieur le Président, que la Société voulût bien permettre l'insertion de ce résumé dans son *Bulletin*, en attendant que je sois en mesure de lui soumettre la notice assez étendue qui contiendra les preuves de ce que j'avance.

J'ai l'honneur d'être, etc.

M. d'Omalius d'Halloy lit une notice nécrologique sur Alex. Brongniart.

M. le Président remercie M. d'Omalius d'Halloy de l'empressement qu'il a bien voulu mettre à satisfaire un vœu de la Société.

M. le Président prie quatre membres, MM. Michelin, de Verneuil, Hébert et Laurent, de vouloir bien s'occuper des dispositions à prendre au sujet du banquet qui doit bientôt réunir les membres de la Société, à propos du trentième anniversaire de la fondation de la Société.

M. le Trésorier donne lecture du projet de budget pour l'année 1860.

Projet de Budget pour 1860.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1859.	RECETTES effectuées en 1859.	RECETTES prévues pour 1860.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions. .	1	Droit d'entrée et de diplôme.	500 »	900 »	500 »
	2	Cotisations. . de l'année courante. .	7,500 »	7,040 »	7,500 »
	3	Cotisations. . arriérées.	3,000 »	3,540 »	3,000 »
§ 2. Produits extraord. des réceptions . .	4	Cotisations. . anticipées.	200 »	280 »	240 »
	5	Cotisations une fois payées.	1,200 »	2,070 »	1,500 »
	6	Vente de . . Bulletin.	1,000 »	989 »	1,000 »
	7	Vente de . . Mémoires..	700 »	612 »	1,000 »
§ 3. Produits des publications.	8	Vente de . . Cartes coloriées. . . .	10 »	7 50	10 »
	9	Vente de . . Histoire des progrès de la géologie.	1,000 »	1,016 »	2,000 »
	10	Arrérages de capit. placés. . . . 4 1/2.	1,461 »	1,870 »	» »
	11	Arrérages de capit. placés. . . . 3 %.	409 »		1,870 »
	12	Arrérages de capit. placés. . . . Intérêts des obligations.	360 »	412 50	465 »
	13	Encaissements de bons du Trésor . . .	» »	» »	» »
	14	Arrérages de bons du Trésor	» »	» »	» »
§ 4. Recettes diverses. .	15	Allocation du Min. de l'Inst. publ., pour Hist. des prog. de la géol. et Mémoires.	1,000 »	1,000 »	1,600 »
	16	Remboursement de frais de mandats. .	» »	» »	» »
	17	Recette extraordin. relative au Bulletin.	300 »	80 »	150 »
	18	Recettes imprévues.	10 »	» »	10 »
	19	Recette extraordinaire relative aux loyers des Soc. Bot. et Météor. . .	800 »	800 »	800 »
		Totaux. . . .	19,450 »	20,617 »	21,645 »
§ 5. Solde du compte de 1859.	20	Reliquat en caisse au 31 décembre 1859.			206 74
		Total de la recette prévue pour 1860.			21,851 74

Projet de Budget pour 1860.

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1859.	DÉPENSES effectuées en 1859.	DÉPENSES prévues pour 1860.
§ 1. Personnel.	1	Agent : son traitement	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2	Agent : travaux extraordinaires	300 »	300 »	300 »
	3	Agent : indemnité de logement	200 »	200 »	200 »
	4	Agent : gratification	200 »	200 »	200 »
	5	Garçon de bureau : ses gages	800 »	800 »	800 »
	6	Garçon de bureau : gratification	100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de logement.	7	Loyer, contributions, assurances	1,550 »	1,531 55	1,550 »
	8	Chauffage et éclairage	550 »	549 70	550 »
§ 3. Frais de bureau.	9	Dépenses diverses	300 »	331 85	300 »
	10	Ports de lettres	150 »	269 »	200 »
	11	Impressions d'avis et circulaires	200 »	123 75	150 »
	12	Change et retour de mandats	20 »	11 55	20 »
§ 4. Magasin.	13	Mobilier	100 »	193 70	100 »
	14	Bibliothèque : Reliure 500 » ; Frais de port 300 »	800 »	489 95	400 »
	15	Collections	10 »	2 80	10 »
§ 5. Publications.	16	Bulletin : impress. papier et pl.	7,000 »	9,171 20	7,000 »
	17	Bulletin : port	1,000 »	878 60	900 »
	18	Histoire des progrès de la géologie	1,500 »	224 20	3,000 »
	19	Mémoires : achat d'exemplaires	2,200 »	1,530 »	1,000 »
	20	Mémoires : dépenses supplément	100 »	» »	50
	21	Mémoires : menus frais	10 »	1 45	10 »
	21 *b.*	Impression, planches, etc.	» »	» »	1,500 »
§ 6. Emploi de capitaux.	22	Placement des cotisations uniques	1,200 »	2,052 90	1,500 »
	23	Avances remboursables	20 »	» »	20 »
	24	Placements momentanés sur le Trésor	» »	» »	» »
	25	Dépenses imprévues (transformation du 4 1/2 en 3 %)	» »	439 95	» »
			20,110 »	21,202 15	21,660 »

BALANCE.

La recette étant évaluée à . . . . . 21,851 fr. 74 c.
La dépense à . . . . . 21,660 »

Il y aura excédant de recette de . . . . . 191 fr. 74 c.

Ce projet de budget est adopté.

Séance du 2 *avril* 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Laugel, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Bergeron (Georges), membre de la Société botanique de France, demeurant à Paris, rue Villedo, 7; présenté par MM. Charles d'Orbigny et Édouard Jannettaz.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Directeur du Dépôt de la guerre, 23e livraison de la *Carte de la France à* $\frac{1}{80000}$. (Toulouse, Auch, Orthez, Cahors, Agen.)

De la part de M. Ch. Sainte-Claire Deville, *Voyage aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo*. in-4, 6e livraison. — *Recherches sur les principaux phénomènes de météorologie aux Antilles*, f. 43 à 55. Paris, 1860; chez Gide.

De la part de M. G. Dewalque, *Ville de Liége. — Travaux publics. — Rapport du Conseil de salubrité publique sur l'échauffement du sol des jardins du quartier Saint-Jacques*, in-8, pp. 35-59. Liége, 1860; chez N. Redouté.

De la part de M. Ch. Lory, *Description géologique du Dauphiné*, 1re partie, in-8, 240 p., 1 pl. de coupes. 1860. Paris, chez F. Savy; Grenoble, chez A. Merle, etc., et Maisonville et fils, et Jourdan.

De la part de M. le docteur Henri Lange, *Verbreitung der Steinkohlen-Formation*, 1 feuille de texte in-folio, 1 pl. colombier coloriée. Leipzig.....

De la part de M. le professeur Aug. Reuss :

1° *Zur Kenntniss fossiler Krabben*, in-4, 90 p., 24 pl. Wien, 1859; chez Karl Gerold's sohn.

2° *Die marinen tertiärschichten Böhmens und ihre Versteinerungen*, in-8, 81 p., 8 pl. Wien, 1860; chez le libraire ci-dessus.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 12 et 13.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. XIX, nos 109 et 110, janvier et février 1860.

L'Institut, n°s 1368 et 1369, 1860.

Mémoires de la Société imp. d'agriculture, sciences et arts d'Angers, t. II, 3e cahier, 1860.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, 3e série, t. V, n° 1, janvier 1860.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, février 1860.

Travaux de l'Académie imp. de Reims, t. XXVII, années 1857-1858, n°s 1 et 2; t. XXVIII, années 1857-1858, n°s 3 et 4.

Proceedings of the Royal Society, vol. X, n° 37.

The Athenæum, n°s 1691 et 1692, 1860.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de Leonhard et Bronn, 1859; 7e cahier; 1860, 1er cahier.

Verhandlungen des naturhist. Vereines der Preuss. Rheinl. und Westph., 1859, cahiers 1 à 4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. X, n° 3, mars 1860.

Revista minera, t. XI, n° 236, 15 mars 1860.

The American Journal of science and arts, by Silliman, vol. XXIX, n° 86, mars 1860.

The Canadian naturalist and geologist, vol. IV, n° 6, décembre 1859.

M. Ch. Sainte-Claire Deville fait hommage à la Société de la VIe livraison de son ouvrage sur les Antilles (voy., plus haut, la liste des dons).

M. de Verneuil communique l'extrait suivant d'une lettre de M. le professeur Ponzi :

Rome, 16 mars 1860.

Dans ces derniers temps on a trouvé beaucoup d'ossements fossiles dans les travertins près de Tivoli et de Monticelli. J'y ai reconnu deux dents humaines associées à des ossements et à des dents de Hyènes, de Chiens, de Chats, de Pachydermes (deux espèces de *Sus*), de Bœufs, de Cerfs et de Chevaux mêlés avec des coquilles terrestres. D'après ma manière de voir ces fossiles appartiendraient à la seconde époque pleistocène, dans laquelle on a déjà découvert, près de Rome, de grands Pachydermes. J'en ai fait l'objet d'une simple communication à l'Académie *dei Lycei*, mais je donnerai de plus amples renseignements

aussitôt que le permettront les continuelles découvertes que l'on fait chaque jour dans ces travertins.

J'ai cru devoir vous communiquer ces observations parce qu'elles me semblent avoir quelque analogie avec celles faites à Amiens et à Abbeville.

M. Bergeron fait la communication suivante :

Note sur la phosphorescence d'une variété de Lapis-Lazuli, *dite variété californienne ;* par M. Georges Bergeron.

1° Le *Lapis Lazuli* est essentiellement formé de silice, d'alumine et de soude. La variété qui fait l'objet de cette note est constituée par des veines d'un beau bleu enclavées dans une gangue feldspathique, et cette gangue feldspathique renferme elle-même des traces de carbonate de chaux cristallin et de sulfure de fer.

2° Tous les échantillons dont j'ai pu disposer venaient de *Coquimbo* (Chili) et avaient été recueillis, à l'état de veines ou filons, dans les terrains d'épanchement qui avoisinent cette ville.

3° Si on place un fragment de ce *Lapis* au dessus de la flamme d'une lampe à alcool, au bout de quelques secondes il devient tout entier phosphorescent ; placé dans l'obscurité, il conserve pendant quelques secondes un reflet d'un vert éclatant qui s'affaiblit, à mesure que sa température s'abaisse.

4° Aucune autre variété de *Lapis* ne possède cette remarquable propriété de devenir phosphorescente sous l'influence d'une température élevée.

5° Lorsque le fragment de *Lapis* a atteint un assez haut degré de chaleur pour devenir phosphorescent, si la température s'élève, la lueur phosphorescente s'affaiblit et s'éteint.

6° Un fragment de *Lapis* qui a une fois subi cette phosphorescence ne la représente plus de nouveau.

C'est donc là un phénomène transitoire, qui, lorsqu'il s'est une fois montré, ne se reproduit plus, qui apparaît dans la roche à une température déterminée et disparaît à mesure qu'elle se refroidit ou que sa température s'élève.

7° Si on enroule autour d'un fragment de *Lapis* un fil de cuivre de moyenne dimension, dont les deux extrémités correspondent aux deux pôles d'un galvanomètre, une légère déviation de l'aiguille annonce l'apparition de la phosphorescence et disparaît avec elle.

8° Si on promène sur une meule en mouvement un morceau de *Lapis* en le tenant entre les doigts préalablement mouillés, on sent un frémissement qui s'accompagne bientôt d'un sentiment de fourmillement, de cuisson, puis d'engourdissement à la pulpe des doigts, et qu'on ne saurait mieux comparer qu'à la sensation produite en touchant les deux rhéophores d'une pile de plusieurs éléments.

9° On ne saurait nier que l'électricité n'ait une part très grande dans la production de cette phosphorescence, sans qu'on puisse expliquer toutefois comment et pourquoi elle se produit.

M. Delesse demande à M. Bergeron si les échantillons sur lesquels il a opéré ne renfermaient pas de chlorure de cuivre. Ce minéral produit très facilement la phosphorescence.

M. Bergeron n'a pas constaté la présence de ce minéral.

M. le Secrétaire communique la note suivante de M. Boué :

Note sur la symétrie de la surface du globe et sur l'épaisseur de la croûte terrestre à différentes époques géologiques ; par M. A. Boué.

Dès l'entrée de ma carrière géologique j'ai déclaré que, conformément à mon caractère, la vérité doit passer avant le désir de complaire à un ami ou de se croire infaillible (*Essai sur l'Écosse*, 1820, avertiss., p. x). En conséquence ai-je cherché à démontrer en 1831, que la théorie de M. Élie de Beaumont n'avait guère prévu le cas de la répétition de soulèvements dans une même direction (*J. de géologie*, vol. III, p. 338). C'est, si je m'en souviens bien, la seule fois que j'aie été en controverse avec ce savant ; sa science m'a paru toujours profonde et le plus souvent ses idées ont cadré avec les miennes. Depuis lors il m'a donné gain de cause. Du reste notre amitié n'en a pas été altérée, témoin l'envoi de ses ouvrages à mon adresse et mon catalogue de ses œuvres en général (*Almanach d. K. Ak. d. Wiss. zu Wien*, 1858, p. 173-179). Néanmoins, toujours fidèle à ma devise, j'ai cru, dans l'intérêt de mon ami Lyell plus que dans le mien, devoir réclamer devant la Société, en ma qualité de membre, contre la manière dont le Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, tout en critiquant la théorie *étroite* et *peu rationnelle* de Cuvier, tend à lui assurer une priorité d'idées sur nous (*C. R. Ac.*, 1859, vol. XLVII, p. 956). Si Cuvier était persuadé de l'exactitude du

gisement des ossements de Stonesfield aussi bien que de celle de leur détermination zoologique, il a eu le plus grand tort de ne pas le reconnaître publiquement, je ne dis pas dans son ouvrage sur les ossements, où je connais sa note, mais dans son discours sur les révolutions du globe, dont il y a eu des éditions en 1825, 1826, 1828 et 1830. Grâce à cette omission, une erreur paléontologique a continué et continue encore à se propager dans les ouvrages pour les gens du monde et les écoles. En train de dissidence avec mon confrère, je viens encore ajouter mon incrédulité relativement à son opinion et sa théorie antipaléontologique sur Petit-Cœur dans la Maurienne et surtout pour Tanninge, Thorens et Entrevernes, lieux que j'ai aussi visités (*C. R. Acad.* 1857, vol. XLV, p. 615). Depuis le résumé de M. d'Archiac sur ce sujet (*Histoire des progr. de la géol.*, 1857, vol. VII, p. 157) et les observations ultérieures de M. Élie de Beaumont (*C. R. Acad.* 1858, vol. XLVI, p. 390), l'habile professeur Favre semble avoir débrouillé ces gisements de terrains bouleversés (*Bibl. univ. de Genève* 1858, et *Mém. s. l. terr. liass. et keuper. de la Savoie*, 1859). Des anomalies de cette valeur dans une même chaîne sont sur les limites de l'impossible. Comme en Styrie et en Carinthie les superpositions sont claires et nullement douteuses ; c'est là qu'il faut choisir les types et non dans les lieux où les soulèvements ont bouleversé de fond en comble les formations et en ont même mêlé ensemble divers fragments.

D'une autre part je ne puis trop reconnaître le plaisir que m'a fait le développement du *réseau pentagonal* de M. Élie de Beaumont. Malheureusement cet ouvrage est trop peu étudié par les géologues et surtout par les paléontologues. S'il contient une foule de vues concordantes avec les nôtres, c'est son principe qui m'y attache, parce que depuis longtemps j'ai été aussi frappé de la symétrie de la surface terrestre et je n'ai pu comprendre l'aveuglement à cet égard de tant de gens, d'ailleurs de mérite. Or, il y a plus d'une voie pour s'assurer de l'exactitude de ce fait si important pour la physique de la terre. Si je ne m'étais guère prononcé sur cette matière dans mon *Guide du géologue voyageur* en 1835, depuis lors au moins j'en ai parlé plusieurs fois et j'en ai traité divers points ; savoir en 1843 dans le *Bull.*, 1re sér., vol. XIV, p. 438, en en 1844 dans l'explication de ma *Carte géologique du globe* (*Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 296), en 1849, dans un mémoire sur *les formes similaires de la surface terrestre, soit en creux, soit en bosse* (*Sitzungsber. Akad. Wien*, vol. III, p. 266), en 1851, dans une note relative à l'opinion individuelle du feld marschall lieutenant de

Hauslab que *les chaînes principales du globe sont placées sur les arêtes d'un tétracontraèdre excentrique de la terre*, dito, vol. VI, p. 117); en 1852, dans une notice sur *l'importance du relevé géologique exact de toutes les grandes ruptures du sol ou défilés, ainsi que de toutes les séparations des régions et bassins naturels*, (dito, vol. IX, p. 191); et dans des remarques faites dans les *Cartes orographiques et les directions des vallées*, (dito, vol. IX, p. 31); et en 1857 dans un mémoire sur la régularité *géométrique de la surface terrestre en général* et en particulier sur *celle des filons occupés par ses eaux et le partage de ces derniers en groupes symétriques*, (dito, vol. XXII, p. 255). De plus, bien des détails contenus dans deux autres mémoires s'y rapportent aussi, savoir l'un *sur la géologie de la surface terrestre par rapport à la distribution de la température, des aérolithes et des océans*, (dito vol. IV, p. 59-105), l'autre *sur la palœo-hydrographie et orographie de la surface terrestre*, ou la place probable des eaux et des terres et sur la profondeur probable des mers et l'altitude absolue des terres ainsi que de leurs chaînes pendant les différentes périodes géologiques (dito, p. 425-455). Enfin j'ai traité de la *différence entre les convexités ou bombements particuliers de la surface terrestre et les chaînes* dans un essai de l'année 1850, inséré dans les *Denkschriften* ou mémoires géologiques in-4, que non-seulement les *places des eaux ont changé*, mais que, en outre, *leurs niveaux relativement aux terres émergées ont dû se modifier proportionnellement* (ou en quantités proportionelles d'altitude) *aux changements dans la figure et le relief du globe* (*Wien Ak. Sitzungsber.*, 1850, vol. IV, p. 82 et 96).

Revenant à l'œuvre de M. Élie de Beaumont, il me semble n'avoir pas assez lié ses beaux résultats avec les anomalies du pendule observées çà et là sur le globe et même un peu trop négligées dans les grands travaux géodésiques de l'Europe, puis il a laissé trop de côté les phénomènes des trois éléments du magnétisme. Ces derniers sont cependant une partie aussi essentielle de la terre que le fluide nerveux du genre humain. Voyez ces orages magnétiques, qui se manifestent aux mêmes moments aux deux pôles (voy. Neumayer dans le *Wochenschrift f. Astronomie u. Meteorologie* de Heis, 1859, p. 375, ou Austin de Melbourne dans l'ouvrage du docteur Clément *Das grosse Nordlicht von august* 1859, Hamburg, 1860, p. 121). Des preuves physiques nous démontrent que les phénomènes magnétiques sont liés intimement, non pas seulement avec la composition et l'état différent des parties intérieures du globe, mais encore avec la symétrie de sa surface, c'est-à-dire

que la production graduelle des traits composant ce grand ensemble ont toujours eu des relations particulières avec la distribution diverse du magnétisme terrestre aux différentes époques géologiques. Si nous parvenons un jour à découvrir toute la marche séculaire des trois éléments du magnétisme (on ne connaît guère encore que celle de la déclinaison), nous pensons qu'on verra s'établir des rapports inattendus avec les accidents de la surface aux différents temps géologiques au moyen des intermédiaires bien connus et que je sous-entends pour cela ici. Si de pareilles recherches dévoilent véritablement les rapports telluriques *de la récurrence périodique des mêmes directions de soulèvement*, dont parle M. Élie de Beaumont (*Système de montagnes*, 1852, p. 937 et 1246), sa théorie et sa construction géométrique ne trouveront-elles pas leur pierre de touche dans les observations du pendule et des trois éléments magnétiques aux *points singuliers légèrement coniques*, qui se sont formés dans l'enveloppe solide aux deux extrémités de chaque fuseau comprimé latéralement (dito p. 1253) ou aux points d'entre-croisement des cercles de son réseau pentagonal?

Démonstration de la symétrie de la surface terrestre dans tous les temps surtout par des mesures de grandeur et de distance.

S'il est rationnel d'admettre que l'intérieur du globe est soumis à certaines lois déterminées par certaines forces ou causes éternelles, la configuration de sa surface n'a pu échapper aux effets de ces lois dont les expressions se meuvent entre des limites bien déterminées; donc il doit résulter aussi une certaine régularité dans le figuré de cette surface, quelque inappréciable qu'il soit en relief vis-à-vis du volume de la terre. Ainsi, par le seul raisonnement nous arrivons en grand pour les rapports de grandeur et de distance des accidents de la surface terrestre à quelques valeurs mathématiques simples ou proportionelles entre elles environ comme en petit dans la théorie chimique des proportions et des équivalents. Sous ce rapport M. de Villeneuve a pu fort bien dire que *les lois angulaires des systèmes de montagnes doivent sur une sphère aboutir à des relations de longueur* (*C. R. Ac. d. Sc. P.*, 1858, vol. XLVII, p. 618). Si les forces innées du globe avaient dû imprimer de tous temps leur régularité à la surface terrestre, les rives et les cavités ne devaient pas seulement se former sur le même modèle ou se produire en faisceaux parallèles, mais ces accidents en relief et en creux devaient aussi concorder

en longueur, largeur et distance ou au moins présenter entre elles sous ces rapports des proportions déterminées et limitées. Au contraire, si la surface du globe n'était qu'un amas d'irrégularités et de cas fortuits, on ne pourrait retrouver aucune similarité entre les formes des continents et des îles, des mers et des lacs, aucun parallélisme entre les chaînes, les vallées ou les sillons terrestres et les détroits. A plus forte raison on verrait disparaître toute proportion de grandeur et de distance entre les objets isolés. Or, cette déduction se trouverait vraie aussi bien dans la comparaison d'accidents de même espèce que dans celle d'objets de genre différent tels que des reliefs comparés à des cavités, etc.

Pour réussir dans une telle recherche de mesures, il faut se rappeler le principe mathématique que la moisson la plus riche appartient de droit à la méthode la mieux conçue ou en d'autres termes que bien des choses restent cachées à celui qui ne suit pas la meilleure voie conduisant au but. Voilà qui explique pourquoi des mesures entreprises sans plan ne conduisent à rien ou tout au plus à des concordances accidentelles, qui disparaissent vis-à-vis de la multitude des cas contraires. De là le discrédit de semblables essais, soit qu'on les exécute sur des cartes ou qu'on choisisse la bonne voie des mesures sur la sphère.

Les principes de la réussite dans cette recherche me paraissent les suivants, savoir, *premier principe :* on peut comparer des objets avec des bassins ou vallées, des continents avec des mers, etc. (Voyez mon mémoire dans les *C. R. Acad. de Vienne*, 1849, vol. III, p. 266).

Deuxième principe. Les objets de comparaison doivent être sur la sphère dans une direction sensiblement parallèle les uns à l'égard des autres, ou bien leurs directions doivent se couper à angle droit ou à peu de chose près comme par exemple des bombements de la surface terrestre placés en parallèle avec des mers, des terrains exhaussés comparés à des chaînes, des chaînes dans des directions orthogonales, des lacs mis en regard des vallées, etc.

Troisième principe. Pour les objets décrivant sur la sphère des ondulations ou courbes complexes, il faut établir ses mesures à côté sur des parallèles aux degrés de longitude ou de latitude suivant le cas à considérer, par exemple pour les rivages des grands océans, l'Amérique, etc.

Quatrième principe. Il faut prendre en considération les distances respectives des objets pour y reconnaître, comme dans les comparaisons de grandeur, des valeurs égales ou proportionnelles.

La surface terrestre disséquée ainsi comparativement par cette

méthode philosophique, on n'arrive réellement qu'à un certain nombre très limité de valeurs ou proportions de grandeur et de distance. Mais lorsqu'on a achevé, d'après ces principes, la comparaison des continents, des îles, des plateaux, des chaînes, des bassins, des vallées, des mers, des détroits et des lacs, on trouve encore à faire sur des cartes géologiques plus ou moins de remarques semblables concernant la longueur, la largeur, le contour, la direction ou la distance des accidents du sol. Naturellement plus l'époque géologique est éloignée, plus les traits de la configuration terrestre ancienne seront effacés, plus leur représentation devient difficile, ce qui a pour effet de diminuer de plus en plus les moyens de comparaison de la géotechnie. Néanmoins les jalons de reconnaissance ne diminuent que petit à petit des temps modernes aux époques anciennes et enfin il restera toujours par les temps les plus reculés des distances respectives des bassins les places les plus probables des mers et des terres comme celles des volcans, ainsi que leur grandeur ou étendue comparative. Il paraîtrait même que nous arriverons en particulier à reconnaître de certains rapports proportionnels entre les distances et même les étendues respectives des volcans actuels et de ceux des temps passés, découvertes liées intimement au déplacement évident des bouches ignées pendant l'écoulement des siècles géologiques. — D'où je crois pouvoir conclure que si de telles possibilités se laissent poursuivre si loin dans le temps, si les lois de la régularité symétrique se laissent vérifier jusque-là, la foi remplacera enfin l'incrédulité actuelle relativement à cette dernière, qui n'est au fond en petit qu'un reflet de l'ordre régnant en grand dans l'intérieur du globe.

Je vais appuyer mes propositions des exemples les plus évidents; je commencerai par l'énumération de formes et de grandeurs géographiques comme de rapports linéaires de distance, égaux ou proportionnels. Dans ce tableau je passerai du grand au petit, car, comme le dit si bien M. Élie de Beaumont, les lois fondamentales de la symétrie de la surface terrestre *procèdent du grand au petit et non du petit au grand comme les lois cristallographiques* (*Syst. d. mont.*, vol. III, p. 1253).

Forme et grandeur des océans et des mers, etc. — La plus grande largeur de l'Atlantique, de Gibraltar à la Floride ou au golfe mexicain, est égale à la largeur de l'Afrique septentrionale et de l'Arabie du cap Vert au golfe Persique. Deux fois cette largeur donne celle du monde ancien, de l'Irlande au golfe d'Okchotsk. La largeur de l'Atlantique, entre les pointes méridionales de l'A-

frique et de l'Amérique, est la plus grande de celles de l'Afrique, comme aussi la distance en droite ligne de la Norwège au Groenland occidental. L'éloignement de Freetown en Afrique jusqu'à Demérary dans l'Amérique méridionale est exactement celle de l'Irlande à la pointe septentrionale de Terre-Neuve. — La plus grande largeur de l'océan Pacifique se retrouve dans celle de l'Asie septentrionale et de l'Europe ; elle est donc le double de la plus grande largeur de l'Atlantique, tandis que son étendue du nord au sud donne une longueur égale à sa plus grande largeur. — Le contour de la mer Pacifique frappe par sa forme en parabole, dont le paramètre est aisé à déterminer, tandis que les rivages, en grande partie parallèles, de l'Atlantique semblent presque les côtes parallèles de deux angles égaux ou droits dont le sommet serait vers la Floride. Le prolongement du canal de l'Atlantique septentrional jusque dans la mer Pacifique n'est entravé que par quelques îles ou isthmes, tandis que la partie occidentale de la mer Pacifique offrirait presque le pendant de cette configuration, s'il ne lui manquait pas le rivage rapproché oriental. — La distance des pointes australes de l'Afrique et de l'Australie est égale à une fois et demie celle des pointes sud de l'Amérique et de l'Afrique. La distance des extrémités méridionales de l'Amérique et de l'Australie donne trois fois et demie cet éloignement.

La distance de la pointe méridionale de l'Afrique du pôle austral est presque double de celle de l'extrémité du monde américain de ce même pôle ; un rapport semblable se remarque dans l'Australie, au moins pour la pointe de la partie de la Nouvelle-Hollande, tandis que pour l'éloignement de beaucoup de rivages boréaux de l'Asie et de l'Amérique on ne trouve environ qu'une distance, telle que celle de l'Afrique au pôle austral où ces côtes ne sont séparées du pôle arctique que par une distance égale à la moitié de cette dernière. La distance du groupe des îles de la Nouvelle-Zélande du pôle austral est égale à une fois et demie celle de la terre de Feu à ce pôle.

La largeur de la partie septentrionale du golfe mexicain est égale à celle de la mer d'Hudson, du golfe d'Okchotsk ou de de la partie occidentale de la mer méditerranée, de la Calabre à l'Espagne. La plus grande largeur de la mer Noire se trouve être celle de la méditerranée occidentale, comme aussi celle de la mer du Nord entre la Suède et l'Écosse. La mer Adriatique prolongée jusqu'à l'Afrique donne la longueur de la mer Rouge. L'étendue du détroit du Bosphore et des Dardanelles se retrouve dans celle du Cattegat, mais la Manche a une longueur double. Le détroit

entre les îles Falkland et l'Amérique méridionale a une double largeur de la partie la plus étroite de la mer entre l'Afrique et Madagascar.

Le golfe de Gascogne a environ la même étendue, en ligne droite du N.-O. S.-E., que le golfe de Finlande de l'O. à l'E., tandis que le golfe de Bothnie au nord des îles d'Aland représente deux fois la longueur de ce dernier.

La forme et les dimensions de la mer d'Aral et du lac de Tschad ainsi que la mer d'Azow conduisent à de semblables remarques. Le lac Baikal paraîtrait trois fois plus long que le lac Balkasch. Le lac Kokonor pourrait être opposé au Titicaca comme la forme compliquée des lacs Supérieur, Huron et Michigan réunis rappelle en grand environ celle des terres constituant l'île de Célèbes, etc.

Formes, longueur et largeur des continents. — Les rivages polygones ou déchiquetés de l'Asie et de l'Europe ne paraîtraient dans le fond qu'une contre-partie du contour parabolique de la mer Pacifique, tandis que les trois autres grands continents s'offrent surtout sous la forme générale de quatre grands triangles.

Si l'on sépare l'Asie de l'Europe et qu'on en élague l'Asie Mineure et l'Arabie, on obtient encore une grossière forme triangulaire, tandis que l'Europe avec l'Asie Mineure forme un quadrilatère très irrégulier et l'Arabie se joint à l'Afrique. Quant aux *formes générales des accidents de la surface terrestre*, il me suffit de rappeler que j'y ai reconnu, en 1849, un certain nombre de triangles irréguliers (l'Indostan, le Mexique, la Sicile, l'Arabie-Pétrée, etc.), des quadrilatères plus ou moins irréguliers (Espagne, Tasmanie, mer d'Aral, lac de Chiem, etc.), des parallélogrammes (Asie Mineure, Corée, mer Caspienne, mer Egée, Méditerranée orientale, Yucatan, département de la Manche, Fulland, etc.), des formes rhomboïdes (Crimée, Écosse, Irlande, Cutch, etc.), bien plus rarement des polygones (Nouvelle-Hollande, mer Noire, etc.), des formes étoilées (îles Gitolo, Shetland, Spitzberg, lac de Lugano ou des Quatre-Cantons,) en fourches, (Scandinavie, Italie, lac de Côme), semi-lunaires (Japon, Nouvelle-Zemble, Nouvelle-Bretagne, lacs Léman et Buikal, etc.), des ovales (Sumatra, Formose, Candie, lac Balaton, etc.), des ovales arrondis (Ceylan, lac d'Ochrida, etc.), des formes circulaires (îles de polypiers ou de volcans, cratères de soulèvements, cratères lacs, cirques de montagnes, etc.), les mêmes formes à une ouverture (baies de Maracaibo, de Carpentaria, etc.). J'ai motivé en même temps la production diverse de ces différentes formes. Il

ne me reste plus qu'à ajouter aux indices de symétrie des continents le grand nombre de leurs plus grandes pointes dirigées au sud, et le collier de lacs, de mers et de dépressions, qui traverse la partie émergée du globe dans les zones polaires arctique et tempérée boréale.

La longueur de la côte septentrionale de l'Afrique égale celle des rivages nord de l'Amérique du Sud. L'étendue de la côte occidentale de l'Afrique au sud du golfe de Benin donne celle de la côte occidentale de l'Amérique méridionale au sud d'Anica. La longueur de la côte orientale africaine depuis la mer Rouge est égale à celle de la côte orientale de l'Amérique méridionale au sud de la Guyane. La plus grande largeur de l'Afrique est égale à celle de l'Amérique du Sud, ainsi qu'à celle de l'Amérique du Nord de le baie du Saint-Laurent à Vancouver. La distance du golfe de Benin au cap Vert est environ celle d'Arica à Panama en Amérique. La plus grande longueur de l'Afrique, du nord au sud, se retrouve exactement dans la distance, en ligne droite, du cap Nord à la côte africaine. L'Amérique septentrionale, jusqu'à Tehuantepec, offre la même longueur N.-S. que l'Amérique méridionale. Une ligne droite, tirée de la partie boréale du Groenland oriental jusqu'à la Floride, égale la ligne côtière dans l'ancien monde du cap Nord au cap Vert, ou plutôt jusqu'à la partie des rivages d'Afrique qui se détourne à l'est : depuis les Alleghanys au nord de la Floride jusqu'au cap Saint-Roque, dans l'Amérique du Sud, on obtient une ligne de côtes égale à celle de Captown au cap Vert en Afrique, tandis que la distance du cap de Bonne-Espérance au continent antarctique correspond environ à la ligne côtière américaine au sud du cap Saint-Roque. De même, la côte occidentale de toute l'Amérique du Nord depuis le détroit de Behring est égale à celle de l'Asie orientale depuis ce même point jusqu'au sud de la Chine, tandis que pour l'espace compris depuis là jusqu'à la pointe de l'Australie et de la Tasmanie, on obtient une ligne égale à la ligne côtière orientale de toute l'Amérique du Sud.

La ligne côtière du Gange jusqu'au détroit de Singapour n'est pas éloignée d'être la moitié de celle de l'Afrique occidentale au sud du golfe de Benin ou de celle de l'Amérique du Sud occidental au sud d'Arica. La côte méridionale de l'Arabie et la côte orientale de l'Inde ont en ligne droite la même longueur, qui se trouve être aussi celle de la chaîne côtière de la partie S.-E. de l'Australie, comme aussi l'étendue totale du groupe des îles de Nouvelle-Zélande. La longueur des côtes boréales de l'Amérique

jusqu'au Groenland offre celle des rivages septentrionaux de l'Asie. La distance de l'isthme de Tehuantepec jusqu'à l'Amérique du sud égale celle de Sumatra à la Nouvelle-Hollande, de manière qu'il en ressort l'axiome géographique que l'Australie est séparée de l'Indostan au delà du Gange par un espace terrestre de même valeur que celui entre l'Amérique méridionale et l'Amérique septentrionale. L'éloignement de la pointe sud de la presqu'île de la Floride à la Trinité est celle de Mexico au commencement de l'isthme de Darien. La distance de l'extrémité septentrionale de la Nouvelle-Guinée à l'île de Formose est égale à celle de Singapour à la partie boréale de la Nouvelle-Hollande, qui s'avance à l'ouest du golfe de Carpentaria; mais en outre ce dernier groupe de lignes de distance égale celui cité auparavant en Amérique.

La largeur la plus considérable de la Nouvelle-Hollande est juste la moitié de la plus grande largeur de l'Afrique avec l'Arabie, environ un tiers de la largeur du premier continent, donne la plus grande largeur de la mer Noire, qui lui ressemble un peu pour la forme.

Le Groenland est presque la contre-partie de l'Afrique au sud du Sénégal et du détroit de Babel-Mondel; les longueurs de ses deux lignes côtières se retrouvent exactement dans cette partie méridionale de l'Afrique. Quant à la largeur des deux continents comparés, on trouve une double concordance, d'abord pour la plus grande largeur du Groenland septentrional et de l'Afrique, du cap Vert à la mer des Indes, et puis pour deux lignes parallèles, qui partageraient chacune ces deux continents en deux parties égales suivant les parallèles. D'après les courants des mers arctiques et l'éloignement des côtes boréales de l'ancien monde d'avec le pôle, il devient probable que le Groenland n'offre qu'une portion de l'Afrique en fac-simile, savoir environ sa moitié méridionale. Ce grand continent arctique serait donc triangulaire et trouverait peut-être sa contre-partie sous une moindre échelle au pôle antarctique.

Une ligne N.-S., tirée à travers l'Indostan, est égale au tiers de l'axe de la plus grande longueur de l'Afrique ou de l'Amérique du Sud. La plus grande largeur de l'Arabie égale celle de la partie septentrionale de l'Inde ou de l'Asie Mineure, etc., etc.

Presqu'îles. — La presqu'île californienne a une longueur double de celle de l'île de Nouka; celle de l'Arabie Pétrée est le double de l'axe de longueur de celle d'Istrie. La longueur de la Floride se retrouve dans la presqu'île de Siam et de la Cochin-

chine, ainsi que presque en Corée. La même valeur de mesure s'adapte au fragment continental de l'Inde au delà du Gange, entre ce fleuve et Rangoon. La Nouvelle-Zemble, la grande presqu'île sibérienne, la plus boréale, le Kamtchatka. le Japon et le pays d'Alaschka dans l'Amérique septentrionale, sont des portions de terres émergées d'égale longueur ; mais une presqu'île près de Pavlosnaia dans le N.-O. de l'Amérique n'a que la moitié de cette mesure. Le Kamtchatka et le Japon forment ensemble une ligne, qui est trois fois aussi longue que l'axe de la Nouvelle-Zemble et qui égale une ligne tirée du cap Nord en Norwége par l'Écosse jusque dans le N.-O. de l'Islande. Si la première ligne abonde en volcans et en terrains volcaniques, comme en anciennes roches, la dernière est motivée par une chaîne cristalline schisteuse, dont le morcellement par deux mers n'est que le résultat d'affaissements postérieurs du sol. Au sud dominent partout surtout les terrains paléozoïques. — La plus grande longueur de la Crimée se retrouve dans le Péloponèse, etc.

Iles. — Si Bornéo n'est pas tout à fait aussi longue que Madagascar, on retrouve cette même longueur axiale dans la Nouvelle-Zélande, comme aussi dans la côte S.-E. de la Nouvelle-Hollande. La Californie et l'île de Sakhalian au N. de la Chine ont la même longueur. Une identité semblable se présente pour Cuba avec la Jamaïque et Sumatra, ou entre cette dernière île et Madagascar. De même, sont égaux les axes de longueur des archipels du Spitzberg et des Philippines.

La longueur de la Nouvelle-Guinée, singulièrement bifurquée, se reconnaît dans celle de Cuba, Haïti et Porto-Rico réunis et y compris les deux détroits de mer. L'île sibérienne de Kotelnoi paraît être aussi longue que l'Islande et presque aussi longue que l'axe de la Sardaigne et de la Corse prolongée jusqu'en Ligurie. L'île de Formose a deux fois la longueur de l'axe de la Corse, et Ceylan égale Formose en longueur. L'île au nord du détroit de Vancouver a la longueur axiale de la Sardaigne, et, réunie avec l'île placée plus au sud, on obtient environ un tableau renversé des îles de Corse et de Sardaigne. Chiloé égale la longueur de cette dernière. L'Eubée a la même longueur que la chaîne côtière située plus au nord en Thessalie et s'étendant depuis l'Olympe jusqu'à l'extrémité sud du Pélion. Cherso et Corfou sont des îles de longueur égale, etc., etc.

Chaînes de montagnes. — L'Oural est sept à huit fois aussi long que l'axe de la Sardaigne et de la Corse, et, si la chaîne principale des deux Amériques ne formait qu'une ligne droite ou arc de

cercle non ondulé, elle égalerait quatre fois la plus grande longueur de l'Oural. La chaîne occidentale des Ghauts dans l'Indostan n'a que la moitié de la longueur de cette dernière, et celle de Madagascar n'en a que le tiers. Les chaînes de Syrie et de Palestine donnent un produit de longueur double du squelette de la Sardaigne ou un peu plus que celui de cette île réunie à la Corse. La chaîne du Bolor égale la longueur de l'axe de ces deux îles. La chaîne principale des Alpes ou les Alpes teuto-italiennes ont la même longueur qu'une ligne tirée à travers le milieu de la Turquie d'Europe depuis Scutari en Albanie à l'extrémité orientale du Balkan. Pour les chaînes de l'Himalaya comme pour l'éloignement de l'Indo-Kusch du coin S.-O. de la mer Caspienne, on obtient environ trois fois la longueur des Alpes principales. Celle des Alpes occidentales ou franco-sardes ne forment que la moitié de cette dernière valeur, et il en est de même pour la chaîne entre la Transylvanie et la Hongrie avec le Bannat, chaîne qui s'étend à travers la Serbie orientale jusqu'à la Turquie. Les Carpathes occidentales au nord de Presbourg sont dans la même catégorie de grandeur, mais la chaîne dite de Soliman, etc., à l'O. de l'Indus, a deux ou même trois fois la longueur des Alpes occidentales, si toutefois il était permis de la prolonger à travers un pays de collines jusqu'à la mer. La chaîne orientale de l'Indostan offre trois fois cette valeur de longueur, et l'axe de Madagascar quatre fois.

La longueur du Caucase entier se retrouve dans l'île de Sumatra comme dans la réunion des Carpathes et Sudetes avec le Riesengebirge ou dans la plus grande étendue des péninsules italienne et turco-slavo-grecque. Les Apennins ont environ deux fois la longueur des Pyrénées. Les chaînes parallèles de la partie occidentale de la Grèce et de la Turquie d'Europe jusqu'à l'arête carinthienne des Karawanken ou jusqu'à Laibach ont une fois et demie la longueur des Apennins jusqu'au-dessus de Gênes. La longueur du Caucase en droite ligne donne la distance du cap Finistère en Espagne au cap Reus sur la Méditerranée. La longueur des chaînes parallèles perso-mésopotamiennes égale presque celle du Caucase réuni à la Crimée.

Il y a quelques apparences de similarité de forme et de longueur entre les chaînes de l'Algérie et du pays de Maroc, et celles de la Colombie ou de la Nouvelle-Grenade jointes à celles de la République de l'Écuador. Les Alleghanys prolongés jusqu'au débouché du Saint-Laurent donnent la longueur de la Norwége. La chaîne entre le Riesengebirge et le Fichtelgebirge a à peu près

la longueur de la chaîne méridionale de l'Écosse, courant du N.-E. au S.-O. Le Balkan a la même longueur que la chaîne valacho-transylvaine ou que le Rhodope avec son prolongement en Macédoine. La chaîne de Vindhya et de Palamov dans l'Indostan septentrional n'a que la moitié de la longueur de la côte méridionale d'Arabie. Une ligne droite de Ratisbonne à Dresde donne la longueur des Alpes orientales. La chaîne des roches anciennes dans l'île Majorque est la moitié aussi longue qu'une chaîne semblable en Crimée; mais la plus grande longueur de cette dernière presqu'île est du N. au S., trois fois plus considérable que l'axe de Majorque, c'est-à-dire lorsqu'on tire à travers cette île une ligne perpendiculaire à la direction de la chaîne ancienne. En général, cette île est l'image renversée de la Crimée et cela sous le rapport du relief comme sous celui de la géographie géologique

Volcans dans tous les temps. — La longueur de la Corse et de la Sardaigne est égale à la distance du Vésuve au volcan sous-marin de Julia. Deux fois l'axe de la Corse donnent celle du Vésuve à l'Etna et l'axe de la Sardaigne celle d'un de ces volcans aux îles éoliennes (de Villeneuve, *C. r. Ac. d. sc. de P.*, 1858, vol. XLVI, p. 619). L'éloignement des volcans du Cantal et de la Catalogne, celui des terrains volcaniques de la Sardaigne et des États romains, celui de ces derniers et des monts Berici près Padoue, sont trois distances égales à celle du Vésuve à l'Etna. Les trachytes de Feldberg et de Cilly en Styrie sont éloignés les uns des autres comme le Vésuve des îles de Lipari, tandis que la distance de l'Etna à Stromboli se retrouve dans celle des trachytes au N. de Bude et des basaltes du lac Balaton. Les anciens volcans de l'Auvergne sont séparés de ceux de l'Eifel et du Rhin inférieur par une étendue de pays deux fois aussi considérable que la distance du Vésuve à l'Etna. — L'éloignement de Madère et de Ténériffe ou celui de Madère et des Açores est presque identique avec celui des volcans brûlants de Naples et de Sicile. Deux fois, ce dernier donne la distance des Hébrides aux Féroë et trois fois ce dernier celle des îles Féroë à l'Hécla, et quatre fois ce dernier celle des Hébrides à l'Islande. — La distance des porphyres de Halle ou de Meissen en Saxe à ceux du Thuringerwald est environ le tiers de celle de l'Etna et du Vésuve. L'éloignement des granites du S.-O. de l'Écosse et du Cumberland égale celui de l'Etna et des îles de Lipari.

La distance des lacs de Garde et de Genève égale celle du Vésuve à l'Etna, ou l'axe de la Corse, et dans le milieu de cette

ligne se trouve le lac Majeur. Au contraire, du lac de Garde à celui de Constance, ou de celui-ci au lac Léman, on trouve une distance égale à l'axe de la Sardaigne (de Villeneuve).

Bassins tertiaires. — Les bassins du Rhône et du Rhin ont une longueur égale aux deux axes de la Corse et de la Sardaigne. Les bassins tertiaires, au pied septentrional des Alpes, donnent environ une longueur double, tandis que de Narbonne jusqu'à l'embouchure de la Garonne on ne trouve qu'une fois cette longueur. La longueur du bassin tertiaire d'Andrinople n'est égale qu'à l'axe de la Sardaigne.

Bassins secondaires. —La distance de la craie inférieure de l'île de Wight à celle de Fécamp en France est égale à la longueur de la Corse, dernière mesure que présentent çà et là les bords crayeux opposés du bassin tertiaire de Paris. Dans le sud-ouest de la France, on trouve entre les falaises crétacées vers les Pyrénées et celles au nord de la Garonne (Dordogne) des distances, dont quelques-unes seulement concordent avec les longueurs de l'axe de la Sardaigne ou de la Corse.

La distance entre les bassins triasiques de la Provence et des Vosges, ou celle entre le bassin du lias des Ardennes et celui de Bourbon-l'Archambault, est égale aux longueurs réunies de la Sardaigne et de la Corse (de Villeneuve).

Le bassin triasique d'Allemagne et de Russie était double, et çà et là même trois fois plus large que celui s'étendant du Luxembourg au milieu de l'Angleterre, ou de celui allant des Vosges au S.-O. de l'Angleterre.

La distance du bassin houiller de Sarrebruck et de la Belgique à celui de Saint-Étienne, ou de celui-ci à celui d'Alais, donne des longueurs égales à l'axe de la Corse. Entre le bassin houiller de Liége et celui de Toulon et de Durban, il y a une distance double de la longueur des axes réunis de la Corse et de la Sardaigne (de Villeneuve).

Exemples d'égalité ou de proportionnalité de mesures pour des objets terrestres dans des directions orthogonales entre eux.

La distance depuis le golfe de Benin à la pointe méridionale de l'Afrique est égale à la plus grande largeur de l'Amérique du Sud. La plus grande largeur de l'Afrique est presque la plus grande longueur de l'Amérique méridionale. La plus grande largeur de la partie orientale de la mer Méditerranée est égale à la distance de Carthagène à la Nouvelle-Orléans dans le golfe du

Mexique. La mer Caspienne est aussi longue du N. au S. que la mer Noire est large de l'O. à l'E. ou que la portion orientale de la Méditerranée de la Sicile à l'Espagne. Le golfe de Bothnie, prolongé jusqu'à la côte de la Prusse, offre exactement la plus grande largeur de la partie orientale de la Méditerranée, de la Sicile à la Syrie, ou celle de la portion occidentale de la Calabre à l'Espagne. La longueur de la mer d'Azov donne environ l'étendue du golfe de Saint-Laurent de l'O. à l'E. Le lac Backul a la longueur de Java.

L'axe de longueur de l'île Hainan est la largeur de l'île de Chypre. Socotora est presque aussi longue que l'axe principal de la Corse. La largeur de l'Islande de l'O. à l'E. égale presque la longueur de Bornéo du N. au S. L'Islande est presque deux fois plus large que Luçon n'est longue. La longueur de la Sardaigne se retrouve dans la largeur de la Sicile; l'axe de la Corse dans celui de la Calabre ou presque dans la largeur de Chypre; l'axe de la Sardaigne dans l'étendue de l'île de Crête de l'O. à l'E. La plus grande longueur de l'Australie du N. au S. est égale à deux fois la largeur de la mer Noire de l'O. à l'E.

La chaîne des Alpes principales a presque la même longueur que les îles de Corse et de Sardaigne réunies. Cette chaîne forme un axe droit avec l'axe volcanique de la Méditerranée. La longueur axiale de la Sardaigne égale celle du plateau central de la France, et ce rapport peut s'établir dans ce dernier aussi bien de l'O. à l'E. que du N. au S. (de Villeneuve.) Ces mêmes longueurs des anciennes montagnes de la Corse et de la Sardaigne se retrouvent dans les mêmes formations des Pyrénées et de la Bretagne; mais la distance des granites de Saint-Tropez en Provence à ceux de la Manche donne deux fois cette mesure. La distance des granites des Vosges et de la forêt Noire est quelquefois celle du Vésuve aux îles de Lipari; celle des granites de la dernière chaîne à ceux du S.-O. du Böhmerwaldgebirge est égale à l'axe de la Sardaigne et de la Corse. — La largeur du bassin tertiaire parisien de Fécamp à Joigny est égale à cette même longueur. Les bassins tertiaires du Pô et du bas Danube donnent la même mesure par leur étendue de l'O. à l'E. La longueur de la mer Adriatique est environ égale à la plus grande largeur de l'ancien bassin tertiaire de la Hongrie depuis la Styrie jusqu'à la Transsylvanie orientale. Cette longueur donne aussi l'étendue du bassin tertiaire qui, renfermant une fois la mer Noire, comprenait une partie de la Géorgie et une bonne partie de la Thrace jusqu'à Patacbazardschik. La longueur du golfe de Bothnie est égale à l'étendue du bassin ter-

tiaire sur les deux versants des Alpes aussi bien dans la vallée du Pô que de la Suisse à l'Autriche supérieure. Le bassin tertiaire de Londres n'a que la moitié de cette grandeur, mais le bassin valaque égale celui du Pô prolongé jusqu'à l'Istrie.

Les lignes volcaniques ont formé en divers temps des orthogonies évidentes. Ainsi, la ligne N.-S. de volcans actifs dans le sud de l'Italie, ou celle de même espèce de volcans anciens dans l'Italie centrale et septentrionale, forme un angle droit avec la direction de la ligne volcanique s'étendant de la Sardaigne à l'Adriatique, ou avec celle de bien plus ancienne origine au pied des Alpes. Dans le milieu de l'Europe, il y a d'anciens volcans ou leurs produits sur des lignes N.-S. et O.-E., comme dans la Bohême septentrionale, la Lusace et la Silésie. Depuis le Rhin, s'étendent de l'O. à l'E. jusqu'en Thuringe des buttes volcaniques, tandis que d'autres sont alignées du N. au S. depuis le Hanovre jusque dans le Jura allemand. De semblables entre-croisements se rencontrent en Hongrie et en Transsylvanie, quand on compare entre eux les zones des anciens volcans des diverses époques tertiaires, et peut-être même de la période crétacée. Sur une échelle plus grande, de pareils entre-croisements volcaniques sont connus en Asie Mineure et dans le N. de la Perse, depuis le Caucase jusqu'en Mésopotamie, et l'on voit les derniers dépôts s'aligner souvent N.-S. et les autres souvent de l'O. à l'E. Dans l'Atlantique, on a exposé depuis longtemps les preuves d'une série de volcans parallèles aux méridiens, qui se décomposent en plusieurs groupes parallèles. Dans les deux Amériques, il y a de semblables parallèles de volcans alignés selon les méridiens, tandis qu'ailleurs, surtout dans le Mexique et l'Amérique centrale, il y a des lignes de volcans dits équatoriaux. De semblables résultats sont offerts par les volcans actifs ou éteints de la Pacifique, et surtout par ceux sur ses bords. Ainsi, on y trouve des lignes volcanisées équatoriales, sur le prolongement des îles Aleutes du Kamtchatka à l'Amérique du Nord comme dans l'archipel indien, tandis qu'ailleurs les volcans semblent alignés du N. au S.

Considérant, enfin, la surface terrestre en grand, nous y avons retrouvé dès 1850, outre les coordonnées bien connues des systèmes de montagnes, une série semblable de grands soulèvements et affaissements de parties considérables de la croûte du globe. Ainsi s'effectuent sous nos yeux des soulèvements en masse sur les côtes occidentales de l'Amérique méridionale, tandis qu'une partie du Groenland et de l'Amérique s'affaisse ; la Scandinavie s'élève, en même temps que, dans un sens opposé, les rivages arctiques de l'Asie s'affaissent. Pendant l'époque alluviale récente, des portions centrales

de l'Europe et de l'Afrique, comme de l'Asie, ont été exhaussées, en même temps que l'Atlantique paraît avoir éprouvé du N. au S. de grands affaissements, dont le mythe de l'Atlantide forme une espèce de témoignage et qui donnent seuls la clef philosophique des anomalies dans la distribution géographique des végétaux et des animaux dans les deux hémisphères. Auparavant, l'élévation de chaînes méridiennes en Amérique avait fait disparaître en sens opposé une partie S.-E. et en général orientale de l'Amérique sous l'océan, tandis que de grands affaissements avaient lieu dans la Pacifique dans une direction également orthogonale à la première. Plus anciennement, des portions considérables de l'Europe et de l'Asie centrale s'étaient bombées dans la même période séculaire où le sol européen, sibérien et américain s'affaissait et donnait lieu au phénomène erratique. Pendant les époques crétacées et en général secondaires, de grandes mers remplacèrent la plupart des continents actuels, tout en offrant dans leur distribution des formes dites équatoriales, qui sont en partie le contraire de nos océans actuels, s'étendant du N. au S. et séparés par des terres méridiennes. Au contraire, dans l'époque paléozoïque, les groupes d'îles et de continents paraîtraient avoir eu une distribution selon les parallèles, comme dans la mer du Sud actuelle, au moins dans les zones polaires et tempérées, tandis que les mers ne s'étendirent réellement sous cette forme que peut-être entre les tropiques. Quant aux systèmes de montagnes, on peut aussi rappeler ici la remarque d'Élie de Beaumont, que ce genre de soulèvement paraît avoir procédé en Amérique de l'E. à l'O., tandis qu'en Asie et en Europe il s'est opéré successivement du N. au S. (*C. R. Ac. des Sc.* pour 1843, t. VII, p. 415.)

Cette distinction de la production différente des bombements et des chaînes avec leurs affaissements respectifs me semble une doctrine importante, parce qu'elle dépend de deux diverses manifestations des mêmes formes suivant la diminution lente de la température terrestre générale, la solidification et la contraction de l'enveloppe du globe, et le changement de volume de son intérieur. Si les causes des volcans actuels y sont encore liées, il ne faut pas confondre le nain avec le géant (comparez *Syst. de mont.*, t. III, p. 1227). Les bombements et les grands affaissements ont été des changements graduels séculaires pendant lesquels la croûte a subi peu à peu, comme une lame d'acier, des courbures sans de grandes déchirures, tandis qu'au contraire de considérables ruptures ont accompagné l'apparition des chaînes. Il en est résulté d'un côté de grands *méplats*, comme Élie de Beaumont les appelle,

et de l'autre, au pied des chaînes, aussi bien d'énormes cavités que des fendillements et affaissements locaux, *simple détail de leur façonnement définitif* (*id.*, p. 1307). Quant à la différence et à l'inégalité habituelle de la hauteur absolue des pieds opposés d'une chaîne (*id.*, p. 1299), elle peut provenir aussi bien de la position de la chaîne sur un bombement antérieur que d'affaissements latéraux inégaux.

D'une autre part, les preuves de l'exactitude de nos distinctions sont données clairement par la nature. Dans les chaînes, les étages ou terrasses, peut-être une fois lavées par les eaux, sont, prises en grand, rares et en petit nombre; certaines montagnes n'en offrent même point de traces ; mais, dès qu'une chaîne renferme de vastes ou étroites vallées une fois closes, on y remarque des terrasses bien distinctes. Examine-t-on après cela le bord des mers et des océans, on y trouve partout, au contraire, une multitude de gradins ou d'indications de côtes battues par les flots dans différentes périodes. Ainsi, par exemple, les rivages opposés de l'Atlantique ont permis de compter au moins les uns au-dessus des autres vingt-sept rivages anciens et de déterminer pour tous leur hauteur absolue actuelle (voy. *C. R. Acad. de Vienne*, 1850, t. IV, p. 83), ce qui forme même une espèce de série proportionnelle de grandeurs, etc. Il est évident que la surface terrestre modifiant sa forme plastique, les eaux collectées çà et là dans des cavités ont dû subir des changements dans leur niveau ; or, les traces de ces derniers sont bien plus nombreuses que ce que l'on peut leur opposer dans les chaînes considérées comme reliefs ; donc les causes des premières ont dû exercer des effets infiniment plus lents que celles de la production des montagnes.

Enfin, si nous possédions des cartes orographiques et géologiques exactes et détaillées d'une grande partie des continents, je ne doute guère, d'après les fruits de mon travail, qu'en appliquant cette méthode comparative des grandeurs et des distances aux différents systèmes de montagnes, on n'arrivât de même à trouver entre eux des rapports proportionnels, qui seraient en même temps (comme corollaire) en une *certaine relation géogénique avec leurs différentes directions ou les groupements de ces dernières ainsi qu'avec les valeurs différentes des angles sous lesquels se coupent les directions de ces systèmes*, angles qui eux-mêmes, comme l'a établi fort bien M. Élie de Beaumont, sont entre eux dans des rapports évidemment limités et non illimités. Par cette voie on serait ramené naturellement d'abord aux différences dans la hauteur des chaînes pour le temps, ou à leur augmentation en hauteur depuis les temps anciens

jusqu'aux époques modernes, altitudes en une certaine proportion entre elles comme en une certaine relation avec les directions et différences d'angle de direction des chaînes, tandis que la production des bombements et des chaînes de la surface terrestre semble liée intimement avec les changements séculaires dans les éléments du magnétisme terrestre comme avec ses manifestations en général (aurores boréales, etc.).

Possibilité d'une appréciation approximative de l'épaisseur de la croûte solidifiée du globe pour chaque période géologique.

Au moyen de calculs sur la marche probable du refroidissement du globe en général et de sa surface en particulier, différents mathématiciens, physiciens et géologues ont tâché d'arriver à une idée de la puissance approximative de la croûte solide actuelle. Si leurs résultats numériques ne concordent pas, tous sont d'avis que cette enveloppe n'est guère épaisse relativement au volume de la terre, et qu'elle peut même varier en puissance suivant les différentes parties du globe. Si les germes mathématiques de la théorie du feu central se trouvent dans les *Principia philosophiæ* de Descartes (1656), dans la *Protogæa* de Leibnitz (1719) et les *Principia mathematica* de Newton (1726), ce fut La Place qui fit rentrer, comme déduction, cette idée partagée aussi par Buffon dans sa théorie générale sur l'origine des planètes (1794). Depuis lors, nous avons les calculs de Fourier sur la chaleur rayonnante, la température du globe et des espaces planétaires (1824), et surtout la théorie mathématique de la chaleur de Poisson (1835 et 1837). Partant des résultats de Fourier, M. Cordier arriva en 1827 à une détermination évidemment exagérée de l'épaisseur de la croûte terrestre, puisqu'il ne parle pas de moins de 100 000 mètres (*Ann. du Mus.*, v. XV, p. 230). Il a été induit en erreur par des observations de température souterraine; et, d'ailleurs, la croûte terrestre, au lieu d'être une masse compacte homogène est hétérogène, fendillée, bouleversée et même meuble et très caverneuse (*Bull.*, 1re sér., 1842, v. XIII, p. 251). M. Élie de Beaumont a réduit, en 1852, cette épaisseur à 40 ou 50 000 mètres (*Syst. de Mont.*, v. III, p. 1188 et 1237); d'autres ont parlé de 40 000 mètres seulement; mais M. Babinet, en 1856, a émis une estimation de 60 000 (*Études*, v. II, p. 174) (1).

(1) Je n'ai pu consulter à ce sujet le mémoire de Hennessy, *Atlantis de Dublin*, 1859, juill.-oct., p. 457, ni celui de Hopkins, dont le titre

Partant de faits et de suppositions probables, on a calculé la quantité de calorique nécessaire pour rendre la terre entièrement fluide comme pour convertir même le tout en vapeur et en gaz. On a obtenu même une idée générale de la température à la surface du globe, lorsque son enveloppe a dû commencer à devenir rigide.

On peut concevoir qu'un calcul fixe approximativement cette température pour le moment où les premiers êtres organisés purent vivre sur la terre.

Un autre calcul peut fournir des notions sur la température des diverses parties du globe, lorsque les pôles commencèrent à s'ensevelir dans les neiges et les glaces, et lorsque s'ébauchèrent, si ce n'est les isothermes actuelles (*Bull.*, 1848, p. 276), du moins quelque chose d'analogue. Or, ces événements ont dû arriver au moins avant l'époque jurassique, si l'on peut se fier à nos connaissances géologiques actuelles sur les régions polaires. N'offrant presque que des terrains cristallins et paléozoïques, elles nous semblent révéler, par leurs formes éminemment insulaires, la configuration probable des premières terres; c'est pour ainsi dire l'état embryonnaire de la géologie terrestre, qui a été arrêté dans son développement ultérieur par l'abaissement de température et le linceul des glaces. D'une autre part, l'échelle paléontologique des êtres dans le temps nous a démontré une série certaine de changements de température sur la surface terrestre et nous a même défini environ le degré de température, au moins pour certaines époques géologiques; mais, outre la déperdition du calorique par le rayonnement dans les espaces, la cristallisation seule des roches a diminué le rayon terrestre d'une longueur très notable que M. Delesse a estimée à 1 430 mètres. Il s'est donc opéré ainsi, comme le dit M. Élie de Beaumont, un abaissement total progressif de la surface pendant les périodes géologiques, et, pendant un laps de temps restreint, l'abaissement a été extrêmement petit. Enfin, ce dernier savant a calculé que 38 359 ans s'étaient écoulés depuis l'origine du refroidissement jusqu'au moment où le refroidissement annuel de la surface a cessé d'être plus grand que celui de la masse totale du globe, et à partir duquel le refroidissement moyen annuel de la masse a commencé à surpasser celui de la surface et l'a surpassé de plus en plus (p. 1234).

Nos parties centrales des grandes chaînes de montagnes sont

---

seul se trouve dans le *Report brit. Associat.*, 1839 (*Certains résultats sur le minimum d'épaisseur de la croûte terrestre*).

incontestablement des portions de la croûte solidifiée du globe. La question est de savoir si la *puissance de ces schistes cristallins redressés et de ces roches de cristallisation peut nous donner une idée de l'épaisseur de la croûte rigide du globe.* Or, De Saussure a cru pouvoir répondre affirmativement, au moins pour le mont Blanc (*Voyage dans les Alpes*, 1796, in-4°, v. III, p. 1999), et j'ai généralisé cette idée dès 1850 (*C. R. Acad. de Vienne*, v. IV, p. 434). Mais, si cette proposition était vraiment admise, on obtiendrait ainsi, par chaque période géologique, une espèce de géophloomètre (de φλοος, écorce) pour l'épaisseur respective de l'enveloppe solide terrestre, dût-on même y ajouter, par prudence, une petite valeur de correction comme appréciations des circonstances accessoires qui ont pu diminuer un peu la quantité du soulèvement. Comme corollaire de ces résultats serait donnée la possibilité de calculer la perte de calorique pour chaque période géologique, puisqu'on admet la connaissance de toute la chaleur perdue par la terre depuis le commencement de son refroidissement. Un second corollaire serait la détermination du temps séculaire de chaque période géologique au moyen de la connaissance du temps nécessaire pour passer d'un état de température à l'autre. En même temps, cette recherche analytique exemplifierait de nouveau la théorie démontrée par les faits, que la hauteur absolue des chaînes s'est accrue des époques anciennes aux temps modernes, tandis que les plus anciens schistes cristallins comme leurs montagnes étaient les parties de l'écorce du globe, qui y avaient été jadis placées aux plus grandes profondeurs et n'étaient venues que violemment à la surface. Les schistes plus récents les cachaient une fois tout à fait en formant leur pellicule la plus superficielle (*Ann. du Mus.*, 1825, v. XV, p. 229). Enfin, les déductions et les faits ainsi acquis permettraient d'expliquer bien plus rationnellement la formation des séries successives de plantes et d'animaux fossiles.

On objectera peut-être à cette dernière assertion que le développement de la vie organique sur le globe ne peut pas avoir été dans une grande dépendance de la marche du refroidissement du globe, puisqu'il n'a pu avoir lieu que dans les derniers temps séculaires de cette longue opération. Mais cette opinion nous semble erronée sous plus d'un rapport. D'abord, la difficile conductibilité du calorique dans les laves poreuses y rend la vie organique possible, dès que la surface est rigide et même cette croûte encore très peu épaisse. De plus, les formes tropiques des plantes fossiles dans les régions polaires, comme les fossiles du trias et du Jura de la Sibérie septentrionale, nous prouvent que la chaleur émanant de

la terre était encore fort grande, puisqu'elle n'a pas souffert de neiges aux pôles, même jusqu'après la période permienne.

D'une autre part, les êtres organisés des eaux thermales (voy. *Bull.*, 2e sér.. 1845, v. I, p. 298), et d'autres déductions physiques rendent probable qu'une grande partie de la surface terrestre offrait déjà des plantes et des animaux lorsque le rayonnement calorifique de la terre était encore tel, que les eaux étaient encore, au moins en partie, en ébullition ou réduites en vapeur. Enfin, tout le monde est d'accord pour reconnaître en particulier dans la végétation fossile des temps géologiques l'influence d'une atmosphère de composition différente de la nôtre, ce qui dépendait évidemment de l'échelle des émanations de l'intérieur vers l'extérieur. Le plutonisme du globe devait être tout autre quand son refroidissement n'était pas si avancé.

Nous avons pu comparer la formation des bombements de la croûte terrestre aux courbures que peuvent subir, sans se rompre, des lames métalliques ; nous avons aussi le droit de croire que les tremblements de terre ayant accompagné ces grands phénomènes telluriques ne sont pas le pendant des vibrations éprouvées par des lames qu'on s'efforce de plier ; mais le noyau central des chaînes ou une simple aliquote de la croûte terrestre, non entièrement déplacée, ne peut avoir été soulevé qu'au moyen de grandes fractures préalables, entre lesquelles des solides ont été poussés ensuite verticalement de bas en haut. D'après nos connaissances acquises, ces dernières masses prennent en général dans leur étendue, sur la sphère, une forme elliptique, tandis que des coupes parallèles à l'axe de ces ellipses offrent une série de feuillets plus ou moins verticaux et souvent la *stratification* dite *en éventail.*

Cette dernière, jadis une énigme, est aujourd'hui une preuve de ce que nous voulons démontrer. En effet, si la voûte terrestre s'est solidifiée réellement de l'extérieur à l'intérieur, elle est composée de couches concentriques ; si l'on se figure un cube solide d'une telle écorce poussée en dehors et injectée, dans son milieu et ses fentes, de matières granitoïdes, il en résultera évidemment une série de feuillets redressés, plus ou moins inclinés, et enfin, comme *nec plus ultrà*, une structure en éventail, tandis que des coupes parallèles aux feuillets n'offriront que de grandes murailles ou plaques tabulaires, bien connues dans le sol cristallin. D'un autre côté, la masse prendra en grand la forme supérieure d'une ellipse ou d'une parabole, suivant qu'elle n'aura pas ou aura débordé sur les roches sédimentaires voisines. La longueur transversale d'une pareille poussée donnerait l'épaisseur de la croûte ter-

restre pour l'époque où aurait eu lieu ce changement dynamique, si toutefois on en élaguait la somme des puissances des roches injectées.

Malheureusement, les cas à déterminer ne sont pas tous si simples que celui du mont Blanc, du Saint-Gothard, des Tauern, des Pyrénées centrales, etc. En effet, les parties soulevées de l'écorce terrestre ont souvent été morcelées ou ont subi divers mouvements secondaires ou même des soulèvements d'époques très différentes qui ont changé totalement leur forme plastique primitive. Ainsi, le raccord des grands terrains de schistes cristallins du Nord, en Écosse, en Scandinavie, en Bohême, et même dans le centre du midi de la France, est un travail de longue haleine. Plus les systèmes de montagne sont anciens, plus il est difficile de se les figurer sous leur aspect normal, non modifié postérieurement, de manière qu'il devient très difficile de débrouiller leur véritable centre, ou de reconnaître une épaisseur quelconque de la croûte terrestre. Ensuite se présente l'écueil de la réunion erronée de semblables chaînes avec celles qui ne sont motivées que par des éruptions plutoniques; or, lorsque de semblables masses pâteuses ignées ont quitté leur place sous l'écorce du globe pour s'accumuler en montagnes sur sa surface, leur chaleur et les émanations concomitantes ont produit, à l'entour, des métamorphismes, dits de contact, qui simulent plus ou moins ceux éprouvés, en masse, par cette enveloppe de l'extérieur à l'intérieur par suite du refroidissement et de la solidification séculaire. A cette classe appartiennent, par exemple, la chaîne du S.-O. de l'Écosse, les granites de l'île d'Arran, du Cumberland, du Cornouailles, de la Bretagne, du N.-O. de l'Irlande, le Harz, le Tatra, les Carpathes, près de Presbourg, etc. Ces pointements granitoïdes ont eu lieu, non pas seulement dans le sol paléozoïque, mais aussi dans les terrains secondaires et tertiaires; mais ils ne peuvent nous donner aucune idée sur l'épaisseur de la croûte terrestre lors de leur formation, à moins qu'on ne trouve rationnel de leur appliquer les calculs faits sur le lieu d'origine probable des laves actuels. Or, ces derniers n'ont pas l'assentiment général et sont toujours sujets pour notre cas particulier à l'objection, que les lieux des volcans actuels peuvent bien n'indiquer que les parties les moins épaisses de la croûte terrestre.

Enfin, il y a bon nombre de chaînes qui n'offrent pas de noyau central, quoique leurs couches soient assez inclinées, ou bien ce centre a été tout à fait recouvert par des dépôts postérieurs. Dans ce cas, il ne reste guère que l'observation de l'angle d'inclinaison

des couches sédimentaires. Le cosinus de ce dernier paraît encore donner une idée approximative de l'épaisseur de la croûte terrestre lors de ce soulèvement, puisqu'on peut, comme je l'ai déjà dit, se figurer la masse poussée comme un cube solide. Naturellement, il faudrait ajouter à la valeur obtenue la puissance des couches sédimentaires, qui recouvraient le tout avant cette catastrophe, et, pour toute sûreté, employer une correction de probabilités. Comme moyens ultérieurs d'exploration souterraine se présenteraient encore les observations du pendule et du magnétisme ; néanmoins, les résultats obtenus ne sont pas encore assez nombreux et les doctrines pas assez avancées pour qu'on puisse en déduire la véritable valeur des masses accumulées qui donnent lieu, dans ces deux directions, à des anomalies, quoiqu'on en puisse déduire déjà la densité locale relative de la terre.

Enfin, on pourrait aussi comparer le résultat approximatif obtenu avec celui fourni par la théorie du refroidissement graduel de la terre, puisque notre méthode fournirait au moins des solutions du problème pour certaines époques géologiques, et viendrait ainsi en aide de cette dernière. De plus, supposant connu le temps écoulé pendant tout le refroidissement, et sa répartition pour les périodes géologiques étant en partie déterminée par la connaissance acquise de la puissance de l'écorce pendant certains temps, on obtiendrait ainsi d'autres moyens d'arriver à la découverte des inconnues restantes.

Cependant, il ne faut pas se dissimuler que ces recherches sur le refroidissement probable du globe trouvent sur leur chemin de grandes difficultés à surmonter. En laissant même de côté tout ce qu'on peut ou ne peut pas supposer sur la structure de l'intérieur du globe comme même sur l'échelle progressive des températures à mesure qu'on s'enfonce dans la terre, il reste toujours la question nullement improbable si notre planète a toujours roulé dans des espaces d'une température égale, et si cette dernière était toujours celle des espaces où elle se trouve actuellement. Or, de telles possibilités, renversant tous les calculs, sont à prendre en considération quand on voit qu'un génie comme Poisson les a partagées. D'un autre côté, il y aurait lieu de se demander si la solidification de l'écorce terrestre n'a pas pu avoir lieu fort inégalement sur sa surface, si elle n'a pas commencé entre les tropiques plus tard que partout ailleurs, et si cette enveloppe n'est pas un peu plus épaisse aux pôles que dans ses autres parties et principalement sous l'équateur. De semblables possibilités pourraient peut-être expliquer l'énorme accumulation d'anciens schistes cristallins et

de roches ignées dans les régions polaires ainsi que la composition toute particulière de la géologie tropicale. En effet, dans cette dernière région abondent surtout les schistes cristallins, les roches plutoniques, les volcans et les formations tertiaires, tandis que la masse des dépôts secondaire et paléozoïque y est fort petite et que les premiers dépôts paraissent principalement être des époques secondaires récentes.

S'il était possible d'admettre de pareilles suppositions, on arriverait à reconnaître qu'un synchronisme du temps n'existe pas entre les formations similaires des différentes zones de la terre. En d'autres termes, les terrains, chacun avec leur flore et leur faune particulières, ne se seraient pas formés partout pendant les mêmes périodes séculaires, mais leur distribution géographique sur le globe aurait été réglée (comme l'a déjà dit André Dumont) par une répartition inégale dans le temps qui aurait résulté des différences zonaires dans le refroidissement de l'enveloppe terrestre.

Je m'arrête aujourd'hui dans mes remarques critiques, et me contente de faire remarquer combien de variables sont encore à prendre en sérieuse considération dans ce problème compliqué, mais d'un intérêt transcendant.

Séance du 16 avril 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Ch. Laurent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Loche (Maurice), élève ingénieur des ponts et chaussées, rue de Berlin, 10, à Paris ; présenté par MM. Michelin et Hébert.

Ponzi, professeur d'histoire naturelle à Rome ; présenté par MM. d'Archiac et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de la Justice, *Journal des savants*, mars 1860.

De la part de M. Bonissent, *Carte géologique sur le département de la Manche* (extr. des *Mém. de la Soc. imp. des sc. nat. de Cherbourg*, t. VI, 1857), in-8, 85 p.

De la part de M. G. Cotteau, *Rapport sur les progrès de la géologie en France pendant l'année* 1858 (extr. de l'*Annuaire de l'Institut des provinces*, année 1859), in-8, 19 p. Caen, 1860 ; chez A. Hardel.

De la part de sir Roderick I. Murchison, *First sketch of a new geological map of the north of Scotland*, 1 carte, in-4. Londres, 1859.

De la part de M. F.-J. Pictet :

1° *De la question de l'homme fossile* (tiré de la *Biblioth. univ. de Genève*, mars 1860), in-8, 23 p. Genève, 1660 ; chez Ramboz et Schuchardt.

2° *Sur l'origine de l'espèce*, par Charles Darwin (tiré des *Arch. des sciences de la Biblioth. univ. de Genève*, mars 1860), in-8, 23 p.....

De la part de M. Victor Simon, *Notice sur les amas de minerai de fer pisolitique de la côte d'Arry* (extr. des *Mém. de l'Acad. imp. de Metz*, année 1858-1859), in-8, 6 p.....

De la part de M. le docteur J. Juge, *les Chemins à roulettes*, in-8, 108 p. Paris, 1860 ; chez F. Savy.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 14 et 15.

L'Institut, nos 4370 et 1371, 1860.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 135, 13e année, mars 1860.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, nos 2 et 3, février et mars 1860.

Société imp. d'agriculture, etc., de l'arrondissement de Valenciennes, janvier 1859.

Le Nouvelliste (de Marseille), n° du lundi 2 avril 1860. —

Article nécrologique sur M. Aubéry (d'Orange), ancien membre de la Société géologique de France.

The Athenæum, n°s 1693 et 1694, 1860.

Abhandlungen der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, t. X, in-4. Prague, 1859.

Sitzungsberichte der K. Böhmischen Gesellsch. der Wissensch. in Prag, janvier, juin 1859, in-8.

Amtlicher Bericht über die vier und dreissigste Versammlung deutscher Naturforscher und AErtze in Carlsruhe im September 1858, in-4, 316 p., 5 pl. Carlsruhe, 1859; chez Fr. Müller.

Revista minera, t. XI, n° 237, 1er avril 1860.

Bulletin de la Société imp. des naturalistes de Moscou, année 1859, n° 11.

The Canadian Journal of industry, science and art, mars 1860.

The Canadian naturalist et geologist and proceed. of the natur. hist. Society of Montreal, vol. V, fév. 1860, n° 1.

M. A. Rohde adresse à la Société un certain nombre de billets pour ses séances géologiques. Ces billets sont mis à la disposition des membres. M. Hébert informe la Société que les séances de M. Rohde ont obtenu un assez grand succès en Allemagne.

M. Hébert donne lecture de la lettre suivante de M. de Binkhorst :

Maestricht, ce 10 avril 1860.

Je viens de recevoir les feuilles 7-12 (21 novembre 1859-30 janvier 1860) du *Bulletin* de notre Société. Elles contiennent une lettre de M. Triger, datée d'Ancenis, le 4 décembre 1859, relative à la communication que j'ai faite sur les couches crétacées du Limbourg, dans la séance du 21 novembre 1859. Ayant quitté Paris le surlendemain de cette séance, j'ai ignoré l'existence de la lettre de M. Triger jusqu'à la réception des feuilles susdites, et je m'empresse de répondre à son contenu. M. Triger me reproche : 1° de considérer comme nouvelles pour la science deux couches qui, selon lui, auraient déjà été signalées. Selon M. Triger, la première ne serait autre que celle connue de beaucoup de géologues depuis longtemps, couche que

j'ai moi-même signalée à Klimmen. L'existence de la seconde aurait été constatée par M. Triger pendant son exploration des coteaux de Geulhem en décembre 1858, c'est-à-dire six mois avant la publication de mon *Esquisse géologique de la craie du Limbourg* et un an avant ma dernière communication. Quant à la première couche nouvelle pour la science dont j'ai fait mention, je ne puis que faire remarquer à M. Triger qu'il est tombé dans une grave erreur en confondant une couche tertiaire qui ne contient que des fossiles tertiaires avec une couche crétacée qui ne renferme que des fossiles crétacés. Dans ma coupe générale des couches du Limbourg, j'ai signalé (séance du 21 novembre 1859) l'époque tertiaire comme représentée dans le Limbourg par divers sables et argiles sans restes organiques, à l'exception de couches fossilifères, parmi lesquelles se trouve celle près de Klimmen qui contient des fossiles de l'étage tongrien supérieur de Dumont. J'ai donné dans mon *Esquisse géologique* la coupe des couches tertiaires près de Klimmen. La couche fossilifère argileuse y renferme des gastéropodes : *Cerithium margaritaceum*, *subscostellatum*, *plicatum*, etc., et des bivalves : *Cyrena semistriata*, *Corbula pisum*, etc. Elle repose sur plusieurs mètres de sable siliceux jaune rougeâtre qui la sépare du terrain crétacé.

Mais la première couche fossilifère que j'ai signalée comme nouvelle pour la science ne consiste pas, comme le dit M. Triger, et comme je ne l'ai pas dit, dans un dépôt marneux fossilifère que l'on rencontrerait par places seulement, à la base des sables tertiaires micacés, tantôt au milieu de ces sables, tantôt à leur base et alors en contact immédiat avec la craie. Elle fait partie de la craie jaune supérieure, et je ne puis ici que répéter ce que j'ai communiqué à ce sujet à la Société : presque immédiatement sous le sable tertiaire (sans fossiles) près de Meerssen, où la craie supérieure est de plusieurs mètres plus puissante qu'à Saint-Pierre et à Fauquemont, une première couche fossilifère la traverse ; elle est formée de petits cailloux et de fragments de bryozoaires roulés des espèces les plus abondantes de notre craie, comme *Asterias quinqueloba*, de piquants et de tablettes de *Cidaris Faujasii*.

Cette couche n'a encore été signalée par aucun géologue et l'erreur dans laquelle est tombé M. Triger fournit aussi la preuve qu'il ne l'a pas vue. Cette dernière circonstance s'explique très facilement, car la couche en question est fort mince, n'ayant qu'une épaisseur de moins de 10 centimètres, et n'affleure nulle part.

Quant à la seconde couche à baguettes de *Cidaris Hardouini*,

M. Triger m'a dit en effet, quand je me suis assis à côté de lui, après que j'avais fait ma communication à la Société, qu'il en avait constaté l'existence avant moi. N'ayant pas eu l'honneur de voir chez moi M. Triger pendant sa dernière excursion dans le Limbourg, et aucun géologue du Limbourg ou d'Aix-la-Chapelle ne m'en ayant parlé, je ne puis que regretter de l'avoir ignoré.

2° En parlant des sables d'Aix-la-Chapelle, M. Triger se sert à mon endroit de l'expression : « et non dans le turonien comme le prétend M. de Binkhorst. » J'ai dit dans mon *Esquisse géologique*, page 23 : « *M. Debey, qui d'abord voyait dans les couches crétacées des environs d'Aix-la-Chapelle et de Maestricht le représentant de tous les étages de la formation crétacée, depuis l'argile wealdienne jusqu'à la craie tuffeau supérieure, n'y voit plus aujourd'hui que les étages au-dessus du gault à partir de et y compris l'étage turonien* ».

M. Triger n'a pas vu, à ce qu'il paraît, qu'au bas de la page 23 de mon ouvrage j'indique comme source à laquelle j'ai puisé ce renseignement le bulletin journalier de la 33e réunion des naturalistes et des médecins allemands à Bonn en 1857 (*Tageblatt der* 33 *Versammlung Deutscher Naturforschers und AErtze in Bonn im Jahre* 1857 p. 42).

Cette opinion de M. Debey se trouve répétée dans le rapport officiel de la 33e réunion des naturalistes et médecins allemands à Bonn, mois de septembre 1857, paru en 1859, p. 141. Je traduis ici littéralement une partie de ce que ce rapport dit de la communication concernant la flore fossile d'Aix-la-Chapelle..... « La partie inférieure de la craie renfermant principalement des plantes appartient au groupe turonien. »

En résumé, je tiens de mon côté à ce que la Société soit informée des points suivants :

1° Que M. Triger, lorsque je me suis assis à côté de lui après avoir fait ma communication à la Société m'a dit avoir constaté avant moi l'existence de cette couche à *Cidaris Hardouini ;* que sa mémoire le trompe lorsqu'il prétend avoir appris de moi que la plus élevée des deux couches, que je continue à considérer comme nouvelles pour la science, que cette couche crétacée qui ne contient que des fossiles crétacés, renfermerait avec ces fossiles de notre craie supérieure des fossiles tertiaires, ce qui aurait été en contradiction avec la communication que je venais de faire.

2° Que personne ne m'ayant jamais parlé de la découverte faite par M. Triger, j'ai été de bonne foi en appelant nouvelles pour la science des couches dont la faune n'a été avant moi publiée par personne. De mon côté, je n'attache à cette découverte

aucune autre importance que celle de fournir une preuve de plus de la dénudation qui a enlevé ces mêmes couches des autres collines de la craie supérieure du Limbourg et celle de renfermer une grande abondance de quelques espèces fossiles qu'on ne trouve plus du tout ou qui deviennent très rares dans les couches inférieures.

3° Qu'en disant dans mon *Esquisse géologiques*, que M. Debey considère aujourd'hui l'assise inférieure de la craie d'Aix-la-Chapelle comme appartenant à l'étage turonien, je n'ai fait que citer mot pour mot les paroles de M. Debey, paroles que j'ai citées d'après le rapport officiel (*Amtlicher Bericht*) de la réunion générale des naturalistes à Bonn en 1857 et d'après le Bulletin journalier des travaux de ce même congrès.

M. le marquis de Vibraye fait la communication suivante :

Note sur les ossements fossiles accompagnés d'une mâchoire humaine, trouvés dans les grottes d'Arcy-sur-Yonne; par M. le marquis de Vibraye.

La présence des silex taillés, œuvre d'une primitive industrie de l'homme, au sein de la formation que tous les géologues ont désignée sous le nom de *diluvium*, est un fait qui tend chaque jour à se confirmer et à se généraliser. Non-seulement le bassin de la Somme aux environs d'Abbeville et d'Amiens en offre de nombreux exemples, mais l'Angleterre a vu constater sur son propre sol l'existence de faits analogues, et bientôt, j'ai des raisons pour le supposer, il sera possible de recueillir de nouveaux documents identiques sur d'autres points de la France où le diluvium apparaît. Je n'ai pas besoin de vous rappeler les persistantes et intéressantes recherches de M. Boucher de Perthes, les investigations d'un grand nombre d'illustres savants d'outre-Manche et les dernières notions que nous devons à notre jeune et savant collègue M. Gaudry.

La constatation de ces faits n'appartient plus désormais exclusivement à la science archéologique; de savants géologues ont scrupuleusement étudié les gisements, et le *diluvium*, considéré jusqu'à ce jour par un grand nombre d'entre eux comme antérieur à l'apparition de l'homme à la surface du globe terrestre, comme ne pouvant se confondre avec ce déluge dont la science a cru pouvoir emprunter le nom, peut-être parce qu'elle a trouvé la mémoire de ce phénomène encore pleine de vie dans la tradi-

tion de tous les peuples, le diluvium renferme des débris humains.

Je le répète avec assurance, messieurs, parce que vous l'avez constaté : l'homme est contemporain du diluvium géologique et d'un certain nombre d'espèces éteintes dans le règne animal; mais à côté des traces indirectes de l'existence de l'homme à l'époque de la formation des couches diluviennes, ses propres dépouilles n'avaient point encore été retrouvées d'une manière bien authentique. J'ai cru découvrir ces débris dans le cours de mes explorations des cavernes à ossements. C'est l'exposé de ces recherches et le résultat qu'elles m'ont donné que je me propose de soumettre à votre sérieux examen, à votre bienveillant contrôle.

Je souhaite sincèrement que mes remarques puissent jeter quelque jour sur l'un des points les plus intéressants, mais aussi les plus contestés de la géologie. Si je puis élucider quelque peu la question, mon témoignage ne devra point paraître suspect, car, loin d'avoir une idée préconçue dans le sens de l'existence de l'homme contemporain des animaux dont on retrouve les débris dans les cavernes, mes recherches provoquées par l'examen des objets trouvés antérieurement dans les grottes de Massa et autres avaient pour but de démontrer que l'homme n'avait habité les cavernes que postérieurement à l'enfouissement des ossements fossiles; ce n'est donc que par l'évidence des faits que mes convictions pouvaient se modifier à cet égard.

J'ai donc visité les grottes d'Arcy qui sont situées à un kilomètre environ du village de ce nom en remontant la Cure et dans le flanc méridional d'un escarpement contourné par cette rivière. Les fractures qui ont donné lieu à la formation des grottes sont inclinées de l'est à l'ouest, suivant une communication qui vous a été faite par M. Virlet à la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Avallon (du 14 au 24 septembre 1845).

Il y a deux cavernes principales ou particulièrement connues et d'autres assez spacieuses pourtant, mais qui n'ont d'autres issues que celles découvertes par les chasseurs et qui donnent accès à des renards poursuivis allant chercher un asile ou un refuge au fond de ces repaires.

La plus importante de ces grottes est garnie de stalactites et de stalagmites; elle s'ouvre à 9 mètres environ au-dessus de la Cure, à 7 mètres au-dessus de la prairie qui borde cette rivière; mais l'ouverture est bien supérieure au plancher de l'intérieur de la grotte dans laquelle on redescend presque immédiatement jus-

qu'au niveau de la prairie. La longueur en ligne droite des grandes grottes suivant M. Belgrand est de 876 mètres. Ce géologue en a dressé le plan que vous avez inséré dans le tome II de 2e série des *Bulletins de la Société géologique de France*, p. 659, pl. XX, année 1845.

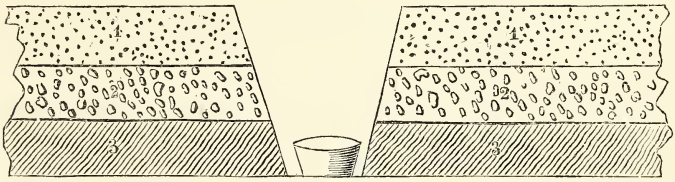
La Société géologique elle-même, dans sa réunion extraordinaire à Avallon que je viens de mentionner plus haut, a pu constater le passage des eaux de la Cure par le couloir souterrain nommé les Grandes-Grottes. Les galets et graviers qu'on rencontre sous la couche de stalagmites, et notamment sous le bénitier de Saint-Jacques, ainsi nommé d'après la forme affectée par les sédiments calcaires, appartiennent à des granites et autres roches de cristallisation empruntées à la chaîne du Morvan où la Cure prend sa source. J'ai non-seulement rencontré ces galets au lieu que je viens de signaler, mais aussi dans les grottes des fées où j'ai fait exécuter mes fouilles. Il sera bon d'étudier également les terrains de transport qui bordent la Cure aux environs d'Arcy, recouvrant les assises du groupe oolitique, et présentant peut-être des traces du diluvium rouge. Pour en revenir aux grottes, principal objet de ce travail, je rappellerai que M. Ernest Royer vous a fait, à l'époque de votre déplacement de 1845, un rapport tendant à démontrer que les roches constituant le promontoire traversé par les grottes sont interrompues par des fractures ou fissures à peu près verticales, dues à la courbure de ces mêmes roches : « Ce sont, dit-il, ces fissures que les » eaux auront suivies, agrandies, et leur action aura été d'autant » plus active, que, arrivant par ce chemin beaucoup plus court..., » leur pente était plus rapide. »

J'ai vérifié dans la grotte des Fées le passage de ce courant, en constatant le polissage des parois de la grotte, car celle-ci n'est pas garnie de stalactites, non pas, comme le suppose notre collègue M. Cotteau (si avantageusement connu par ses savantes études sur les Échinodernes), parce que la montagne est en cet endroit beaucoup plus élevée, et que la masse des terrains à traverser s'oppose à l'infiltration des eaux, mais bien au contraire parce que cette infiltration en quelque sorte instantanée (comme j'en ai acquis la certitude en faisant des fouilles en temps de pluie), ne permet pas aux sédiments calcaires de se déposer ; en d'autres termes, les eaux de pluie naturellement très pures s'infiltrent beaucoup trop rapidement pour se charger des principes calcaires dont elles devraient se saturer avant de pouvoir se déposer sous forme de sédiments sur les parois de la caverne.

La grotte des Fées, dans laquelle ont été pratiquées des fouilles à différentes époques, est à 150 mètres environ de la première caverne dite *les grandes grottes*. Sa profondeur est inconnue parce que le plafond de sa voûte s'abaisse à environ 150 à 200 mètres de l'ouverture, et s'oppose à ce qu'on y pénètre plus avant jusqu'à ce qu'on ait pu déblayer le terrain. Les roches occupant les parois de la grotte appartiennent à la base à la grande oolite et se trouvent surmontées par les assises du coral-rag inférieur.

En 1740, Buffon était descendu dans les grandes grottes ; mais, par suite d'un examen rapide et très superficiel, il attribua la formation des grottes à l'extraction des pierres dans ce qu'il supposait être d'anciennes carrières, et, dominé par l'idée préconçue, il crut même y reconnaître les coups de marteau qui en avaient détaché les blocs. La tradition locale est qu'il y fit exécuter des fouilles dont on vous montre encore l'ouverture, et qu'il en fit extraire un squelette de vache marine !... Seraient-ce par hasard les quelques débris d'hippopotame recueillis par M. de Bonnard, et qui existent au Muséum d'histoire naturelle? La communication de M. de Bonnard est insérée dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, t. III de la 1re série, séance du 18 mars 1833. Ces fouilles remontent à 1829.

Quant à moi, j'ai fait exécuter en 1858 des fouilles régulières dans la grotte des Fées, afin de me rendre un compte exact des



1. Lœss. — 2. Étage des brèches osseuses. — 3. Diluvium inférieur.

conditions dans lesquelles on pouvait constater la présence de l'homme dans les cavernes. Déjà, sur plusieurs points, et notamment dans les grottes de Massat (Ariège), on avait découvert des objets en os travaillés (flèches et hameçons), et fabriqués aux dépens des ossements enfouis (je possède notamment un bois de cerf provenant de ces grottes et dont une portion du merrain, évidemment entaillée de main d'homme tout auprès de la meule, est recouverte d'une légère couche de stalagmites). Il s'agissait donc de savoir dans quelles conditions les ossements travaillés pouvaient

se trouver enfouis dans les cavernes ; j'ai cru devoir, à cet effet, faire trancher verticalement dans la grotte des Fées la couche entière du dépôt, afin d'arriver à une appréciation claire et précise du phénomène. Cette coupe m'a démontré :

1° Qu'il y a trois couches bien distinctes de dépôts naturels ;

2° Que le plus grand nombre des objets travaillés appartient à une époque postérieure à la formation naturelle des trois couches ;

3° Que les populations gallo-romaines ont laissé dans les grottes quelques vestiges de leur passage ;

4° Enfin, que les deux couches inférieures (on le verra par l'exposition même des faits) offrent les traces de l'existence de l'homme, qui désormais, ne peut plus être considérée comme un fait isolé dans l'histoire de ces cavernes.

L'épaisseur des trois couches est assez variable : d'abord, la couche inférieure a dû combler les inégalités du plancher de la grotte ; on ne peut donc lui accorder qu'une puissance relative, cette couche est la plus développée ; son épaisseur moyenne peut s'exprimer par 1 mètre 50 centimètres, la couche intermédiaire par environ $0^m,75$, et le dépôt supérieur varie suivant les obstacles qu'il a rencontrés, et qui, sur certains points, ont dû produire des accumulations dans un dépôt qui n'a pas été nivelé par un nouvel envahissement des eaux.

Reprenons l'enchaînement des phénomènes : il y a, répéterai-je, trois couches de dépôts :

La couche inférieure est caractérisée par la présence de plusieurs espèces d'animaux : *Ursus spelæus*, *Hyena spelæa*, *Rhinoceros tichorhinus* ; quant au *Bos priscus* ou *primigenius*, *Equus Adamiticus*, et autres peut-être, ils appartiennent aux couches inférieures ; il peut en être de même du *Rhinoceros tichorhinus* dont j'ai notamment découvert une molaire inférieure dans une couche remaniée.

La couche moyenne, presque entièrement formée des débris empruntés aux calcaires oolitiques, analogues à ceux dont est composée la roche même des parois de la grotte (oolite inférieure et coral-rag), a beaucoup d'analogie avec les brèches osseuses du midi de la France, du nord de l'Italie et des côtes méditerranéennes ; ici, le ciment rouge ne fait point corps avec les débris de roche, mais les enveloppe, les empâte et leur communique un uendit de couleur ocreuse rouge bien caractérisée.

En sortant des grottes et en suivant le cours de la rivière de Cure, entre le tunnel qui donne passage à la grande route d'Avallon et

le village d'Arcy, l'observateur peut constater la présence d'un dépôt de cailloux roulés empruntés aux roches primitives du Morvan, et réunies par le même ciment rouge.

Dans la grotte des Fées, la faune de cette couche moyenne est différente de celle de la couche inférieure ; on n'y rencontre plus les débris d'ours ou d'hyènes, mais de nombreux ossements de ruminants. Le genre *Ursus* y prédomine ; M. Lartet a reconnu plusieurs dents de rennes parmi les échantillons que j'ai soumis à son examen.

La couche supérieure est un banc où je n'ai plus rencontré que des ossements d'animaux encore aujourd'hui vivants dans la contrée, notamment le genre *Vulpes;* une tête de blaireau que j'ai recueillie dans la grotte pourrait bien appartenir également à cette couche superficielle qu'on pourrait, ce me semble, assimiler au loess. Elle en possède les caractères et se retrouve comme lui sur les bords d'un cours d'eau ; seulement, ce dépôt, au lieu d'être à ciel ouvert, s'est formé dans l'intérieur d'une grotte ouverte qui ne pouvait pas plus alors que de nos jours opposer un obstacle à l'envahissement des crues anormales de la rivière de Cure ; et même, si l'entrée de la grotte était aujourd'hui déblayée, certaines grandes crues pourraient avoir assez de puissance pour favoriser l'accumulation des détritus dont l'entraînement se trouverait ralenti par les frottements contre les parois de la caverne, et produire les mêmes effets que le dépôt du loess au bords des grands fleuves ou sur les rives des cours d'eaux secondaires, comme je l'ai remarqué notamment sur les bords de la Leitha, qui sépare la basse Autriche de la Hongrie, et comme j'en trouve de fréquents exemples en Sologne, où de puissants dépôts de marne recouvrant les sables diluviens sont caractérisés par la présence des mollusques terrestres de l'époque actuelle, notamment *Helix nemoralis*, *Cyclostoma elegans*.

Les objets travaillés appartiennent le plus souvent à un âge postérieur au dépôt des trois couches.

Dans la grotte des Fées (grotte d'Arcy), l'habitation d'anciennes peuplades est indiquée par l'existence de cônes renversés en forme d'entonnoirs, au fond de chacun desquels se trouve un vase en terre commune recouvert extérieurement de quelques impressions grossières en guise d'ornements. C'est le fond d'un foyer. Ces poteries conservent des traces de carbonisation, sont remplies de terres noires et de cendres dont on a retrouvé parfois même les traces jusqu'à l'ouverture du cône. Autour de ces foyers on

retrouve un grand nombre de couteaux en silex et des ossements travaillés affectant presque tous la forme de fers de lances ou de pointes de flèches à peine ébauchés. Ces cônes renversés ont été creusés postérieurement au dépôt des trois couches ou tout au moins des deux couches à ossements fossiles, le dépôt supérieur que je crois devoir attribuer au loess n'ayant pas assez de puissance pour qu'il m'ait été permis de m'assurer avec entière certitude de son intégrité.

Il est évident, d'après ce qui précède, que des peuplades celtiques ou d'autres plus anciennes ont habité les cavernes, mais postérieurement au dépôt des ossements fossiles. J'ai trouvé dans le fait des trois dépôts mentionnés plus haut la confirmation des observations présentées à la Société géologique de France par M. Desnoyers dans la séance extraordinaire du 30 janvier 1832; c'est-à-dire la trace évidente de différents cours d'eaux probablement séparés par des intervalles de sécheresse, puis l'habitation des hommes et les objets de leur industrie, les débris même des animaux, produit de leur chasse, ou les restes de ceux qu'ils ont soumis à la domesticité. M. Monceaux, l'un des conservateurs du musée d'Auxerre, possède une tête de sanglier, je crois; je possède moi-même la tête d'une chèvre et des débris de mâchoire de *Sus*. Ces derniers objets sont précieux en ce qu'ils accusent une époque bien postérieure à l'enfouissement des ossements fossiles et peuvent servir en quelque sorte de chronomètres. Leur *facies* est complètement différent de celui des ossements enfouis dans les cavernes par les grandes causes naturelles, les perturbations du globe, les cataclysmes; ils ont conservé leur blancheur, leur substance gélatineuse; il suffit d'un simple regard pour apprécier leur nouveauté relative. On peut encore les comparer aux ossements humains recueillis dans les sépultures gallo-romaines ou même gauloises pour se convaincre qu'ils appartiennent à une époque relativement peu distante de ces temps historiques. Toutes les cavernes, et combien n'en existe-t-il pas d'inexplorées, présenteront probablement les mêmes traces de l'habitation de l'homme que M. Desnoyers semble attribuer plus spécialement aux Aquitains, s'appuyant sur ce passage de l'historien Florus : *Aquitani, callidum genus; in speluncas se recipiebant; Cæsar jussit includi.* Les Senones, habitants de la quatrième Lyonnaise (*Lugdunensis quarta*), où se trouvent situées les grottes d'Arcy-sur-Cure, pouvaient sans doute suivre les mêmes errements, us et coutumes que leurs voisins de la première Aquitaine; mais peut-on bien

réellement attribuer à une époque aussi rapprochée de nos jours l'habitation de ces cavernes ?

Les Gaulois, au dire de César, exploitaient souterrainement le fer, et sans doute ils connaissaient la valeur des métaux lorsque Ambiorix, ayant surpris les troupes de César, pilla leur camp et s'empara de l'or qui s'y trouvait : (*Itaque et castra direpta sunt et aurum ablatum*, Flor., lib. III, cap. XI.) C'est donc à une époque antérieure qu'on devra faire remonter l'habitation des cavernes par des peuplades, soit celtiques, soit plus primitives encore, puisque l'exploration de plusieurs d'entr'elles semble prouver que les seuls outils de ces peuplades étaient des instruments en silex et leurs armes ou instruments de pêche des instruments travaillés avec ces mêmes couteaux de pierre. Probablement les recherches ultérieures démontreront encore plus clairement plusieurs époques de l'habitation des cavernes par les peuplades sauvages ou les nations post-diluviennes dans leur enfance. Constatons, pour répondre à la troisième de nos allégations, qu'on retrouve à l'entrée des grottes d'Arcy, notamment sous les rochers qui surplombent au-dessus du chemin côtoyant les bords de la Cure, des fragments de poteries contemporaines de l'ère gallo-romaine, comme si les nations plus civilisées avaient redouté de s'enfoncer trop avant dans ces repaires. Mais j'ai hâte d'en arriver à l'époque de l'enfouissement des ossements fossiles des cavernes. Il est évident que l'homme habita les cavernes postérieurement à la formation des deux couches inférieures et probablement des trois dépôts mentionnés plus haut. Retrouvons-nous les traces de sa présence à une époque antérieure ? C'est ce qu'il nous reste à examiner.

J'ai dit plus haut que la couche intermédiaire de la grotte des Fées était l'analogue des brèches osseuses des rivages méditerranéens qui se rencontrent, comme on le sait, depuis Gibraltar, Cette, Antibes, le cap Palinure, la Corse, la Sardaigne, la Sicile, jusqu'aux rivages de Dalmatie. J'ai trouvé dans cette assise, si parfaitement caractérisée dans la grotte des Fées, des silex travaillés empâtés dans la couche même et comme souillés de la matière ocreuse rouge, aussi bien que les ossements de cerf, de bœuf et de cheval auxquels ces couteaux se trouvent associés. Ne vous semble-t-il pas trouver ici, messieurs, la confirmation des faits acquis à la science par les découvertes successives et si constamment identiques du bassin de la Somme ? Il faudra donc admettre que l'homme habitait déjà les cavernes, ou tout au moins existait à l'époque où se formait ce dépôt considéré par la plupart des géo-

logues comme appartenant à la période diluvienne et que quelques-uns même ont qualifié de *diluvium rouge* J'ai trouvé plus encore; j'ai ramassé les fragments d'un anneau souillé lui-même de la matière ocreuse dont il est recouvert, et quelques entailles plutôt que des gravures le rapprochent des ossements ouvragés, flèches et hameçons, découverts antérieurement dans les grottes de Massat.

Telles étaient mes notions sur les cavernes à ossements lorsque je suspendis mes travaux en 1858.

Je reprends ma narration pour arriver aux fouilles de l'année qui vient de s'écouler. J'ai dû, pour continuer mes recherches en 1859, commencer par déblayer les terres que d'autres explorateurs, nouveaux venus, avaient fait ébouler dans mes tranchées, et je repris alors mon travail où je l'avais suspendu l'année précédente. J'ai prolongé ma fouille en suivant les sinuosités des parois de la caverne, et toujours en m'efforçant de déblayer jusqu'à la roche vive qui forme le plancher de cette grotte. Après avoir extrait un assez grand nombre d'ossements appartenant presque tous à l'*Ursus spelæus* dans la couche inférieure, j'ai trouvé le terrain remué qui m'indiquait comme précédemment l'habitation de l'homme, postérieure aux anciens dépôts. Les ouvriers travaillaient sur ce point avec une sorte de découragement, dans la conviction de ne rien extraire de cette partie de la grotte où nécessairement ils ne pouvaient rencontrer d'ossements fossiles en place; mais je leur enjoignis de poursuivre et pousser en avant. Comme on devait s'y attendre, le terrain remué de main d'homme nous avait fait trouver un certain nombre de couteaux en silex, des ossements ouvragés et des débris de poteries. En poursuivant, nous retrouvâmes bientôt le sol que je me permettrai de qualifier de normal, sol inférieur à la couche ocreuse, et tous les ouvriers reprirent espoir.

Qu'on me permette une indispensable digression avant d'aller plus loin. Je n'en suis pas, comme on pourrait le supposer, à mon premier essai relativement aux terrassements; j'ai défriché de vastes landes sur une terre de 3000 hectares, desséché quarante étangs, fait exécuter des drainages sur une surface de plus de 60 hectares. J'ai fait valoir consécutivement plusieurs fermes, fait et préparé des irrigations; j'ai fait confectionner plus de 20 kilomètres de routes, etc. Tous ces grands travaux ne sauraient s'exécuter sans nivellements sur une grande échelle, sans des déblais et des remblais.

De plus, j'ai par moi-même exploré des sépultures gallo-romaines; j'ai fait pratiquer des fouilles archéologiques sur plusieurs points de la Sologne et dans le Morvan, et sur la limite du terri-

toire des *Mendubiens* (*fines Mendubiorum*), Faie-lès-Montbard, dans le voisinage de l'ancienne *Alesia*, défendue par Vercingetorix contre César ; j'ai fait déblayer une importante portion de villa romaine ; d'ailleurs, je n'ai pas recueilli quelques 50.000 fossiles et plus sans faire exécuter des fouilles. J'ose donc espérer qu'on voudra bien ne pas me considérer comme à mon coup d'essai, à mon début en fait de mouvement de terres. On m'a pourtant demandé, relativement à la découverte que je vais bientôt signaler : *En êtes-vous bien sûr ?....* J'ai la conviction d'avoir acquis l'aptitude et l'expérience nécessaires pour constater l'existence d'un sol vierge, reconnaître un sol intact, et de pouvoir le distinguer d'avec celui qui a subi des modifications depuis son dépôt primitif par le fait d'un travail, d'un remaniement postérieur à sa formation. Il ne s'agit point ici de savoir contrôler un fait scientifique ; c'est une appréciation purement mécanique et pratique dont il faut trouver l'aptitude chez l'explorateur. Me refuserait-on la confiance qu'on accorderait sur ce point à un simple manœuvre, au dernier d'entre les terrassiers !

Partant de ces données, je reprends ma narration.

Lorsque nous fûmes retombés dans le terrain normal, sur le dépôt intact et homogène, *tous* d'un commun accord, spontanément, instinctivement en quelque sorte, nous comprîmes que la couche d'ossements fossiles allait reparaître, et nos prévisions ne tardèrent pas à se réaliser. Après avoir poussé la fouille à un mètre en avant du sol remué, nous trouvâmes d'abord quelques grands ossements d'*Ursus spelæus*, des vertèbres, tibias, péronés, radius et fémurs, et bientôt après nous reconnûmes la présence d'une masse assez importante d'ossements. Il était nécessaire de préparer un emplacement suffisant pour contenir les nouveaux objets que nous allions découvrir ; je quittai donc la fouille pour aller déposer à l'entrée de la grotte les échantillons que nous venions de recueillir. C'est pendant l'espace de ces quelques instants qu'un ouvrier mit à jour une mâchoire qu'il m'apportait avec d'autres objets, lorsque, ayant déposé mon fardeau, je m'enfonçais de nouveau dans l'intérieur de la caverne pour y présider à la continuation des fouilles et diriger les travaux.... Jugez, messieurs, de ma stupéfaction lorsque je vis entre mes mains une mâchoire humaine ! Je voulus essayer d'en douter, y reconnaître une mâchoire de singe ; mais non, le doute n'était pas permis un seul instant, car cette mâchoire, dont toutes les alvéoles sont parfaitement visibles, était encore pourvue de deux de ses dents bien caractérisées, savoir : la première prémolaire inférieure droite et la

première grosse molaire du même côté..... Je me hâtai d'aller constater non-seulement le gisement, mais *l'emplacement même* de cet important débris, et je puis affirmer que la couche homogène, la couche inférieure de la caverne, étaient parfaitement intactes et n'avaient aucunement changé de nature.

La masse des rochers composant les parois de la grotte nous renvoyant à droite, nous y trouvâmes *in situ* la *masse* d'ossements que j'y avais observés peu d'instants avant mon absence de quelques minutes, absence qu'elle-même avait motivée, puisque c'était pour donner place à ces nouveaux ossements que j'avais cru devoir emporter les autres jusqu'à l'entrée de la grotte. Cette masse contenait une tête entière d'*Ursus spelæus*. A gauche, en déblayant jusqu'à la paroi même du rocher, nous trouvâmes trois mâchoires inférieures et deux fragments de mâchoire supérieure d'*Hyæna spelæa;* un peu plus en avant la fouille découvrit à nos yeux de gros fragments d'os *innomine* du bassin et du fémur de rhinocéros *tichorhinus;* j'avais antérieurement, et dans les mêmes conditions, recueilli plusieurs molaires d'*Elephas primigenius* et les fragments de défenses du même animal. Voici donc, ce me semble, le gisement de la mâchoire humaine bien et dûment établi.

Je ferai observer que les ossements les plus intacts d'ours et d'hyène sont entourés *d'une pellicule charbonneuse qui semble devoir accréditer l'opinion que ces ossements furent enfouis lorsqu'ils étaient encore adhérents aux chairs de l'animal.* Toutefois, les squelettes ne sont pas entiers ; de plus on les trouve accompagnés de quelques cailloux roulés appartenant aux roches primitives de cristallisation empruntés à la chaîne du Morvan, dont on pourrait tirer l'induction que ces débris d'animaux furent entraînés par les grandes eaux. D'autre part, la présence dans la grotte des Fées de rares coprolithes et les empreintes de dents d'hyène sur les ossements de *Rhinoceros tichorhinus* peuvent aussi faire supposer que les animaux surpris dans ce repaire ont été disloqués par l'invasion des grandes eaux et par les débris erratiques des roches qu'elles entraînaient ou poussaient même devant elles. En résumé, je considère comme évidente l'intégrité de la couche inférieure où s'est rencontrée la mâchoire humaine. Cette dernière, en outre, est, comme *facies*, identique avec les ossements d'ours et d'hyène auxquels nous l'avons trouvée, je pourrais dire juxtaposée, mais je préfère déclarer associée, tandis que les têtes et ossements d'animaux plus récents, et dont l'enfouissement correspond à l'habitation des cavernes par des peuplades celtiques ou au-

tres, ont une apparence de jeunesse à laquelle ne sauraient se méprendre les yeux, même les plus inexpérimentés, les plus novices. J'ai trouvé cette mâchoire sans idée préconçue; j'ai dû faire violence à mes propres convictions pour me rendre à l'évidence, et pourtant un des maîtres de la science m'ayant sollicité de suspendre mes jugements, j'ai dû garder le silence, et renoncer à une communication que je désirais faire à l'Académie des sciences par un motif d'affectueuse déférence pour une de nos éminentes sommités scientifiques, et jusqu'à l'époque où des faits bien avérés, irrécusables, sans réplique, seraient venus appuyer mes observations et confirmer un fait que je me plaisais à considérer comme d'une certaine importance pour les progrès ultérieurs d'une science qui n'a pas dit son dernier mot. Mais *si l'on a pu trouver en quinze années, dans la vallée de la Somme, près de mille instruments en silex faits et travaillés par les hommes au temps de l'Elephas primigenius*, on peut bien, comme le dit si judicieusement sir Charles Lyell, dans une lettre qu'il m'écrivit au mois de septembre dernier, et dont je me plais à transcrire les propres expressions, *trouver le crâne* (ou toute autre dépouille) *de ces mêmes hommes.*

Pour donner plus de valeur encore à la découverte de la mâchoire humaine, je crois devoir ajouter qu'en mettant un peu d'ordre parmi les nombreux débris recueillis dans les grottes pendant le cours des deux dernières années, j'ai retrouvé la dent d'un autre homme ; c'est une première prémolaire inférieure droite, appartenant à un individu plus petit que celui dont nous avons retrouvé la mâchoire. Ceci tendrait à prouver que la première découverte n'est point un fait isolé, et qu'il est plus que probable que nous en retrouverons la confirmation dans les recherches ultérieures.

Je dois avouer que mes premières appréciations, que mes préoccupations, mal dirigées au début, ne m'ont point permis d'observer assez attentivement tous les *gisements* des couteaux de silex, et de constater si ces derniers se retrouvent enfouis dans la couche inférieure. J'étais dominé par l'idée préconçue que je ne retrouverais ces représentants de la première industrie de l'homme que postérieurement au dépôt des trois couches. Ce n'est donc que par suite de la découverte de la mâchoire humaine dans la couche inférieure, des couteaux de silex et d'une bague dans la couche intermédiaire analogue aux brèches osseuses, que j'ai conçu l'idée que peut-être un certain nombre de couteaux de silex pour-

rait appartenir à la couche inférieure aussi bien que les ossements humains.

M. Lartet demande à M. de Vibraye s'il a remarqué une grande différence entre les cailloux qui composent les trois couches des grottes d'Arcy.

M. de Vibraye énumère les différences qui caractérisent les trois couches.

M. Lartet demande ensuite à M. de Vibraye si, suivant lui, la couche inférieure serait de la même époque que le diluvium inférieur des vallées, celui par exemple où M. Boucher de Perthes a rencontré des haches dans la vallée de la Somme.

M. Hébert fait quelques observations sur l'ancienneté des couches entre elles, d'après les données paléontologiques.

M. de Vibraye répond que les données paléontologiques sont d'accord avec la disposition des couches, et qu'en outre la couleur rouge caractéristique de l'une d'elles se retrouve sur quelques-uns des fossiles extraits.

M. Hébert ne croit pas cependant que la couche supérieure soit le loess.

M. Ch. Sainte-Claire Deville fait observer que les recherches d'ailleurs très intéressantes de M. de Vibraye n'offrent peut-être pas encore un caractère décisif dans la question. En effet, notre savant confrère a loyalement reconnu que c'est précisément lorsqu'il s'était éloigné pour quelques instants du point d'exploration que la mâchoire humaine a été trouvée, et qu'il n'en avait que très imparfaitement reconnu l'emplacement et comme le moule dans le terrain. Il ne peut entrer dans l'idée de personne de contester le degré de confiance que M. de Vibraye pouvait accorder à ses ouvriers. Néanmoins, on ne peut s'empêcher de regretter que notre confrère n'ait pu assister par lui-même et *de visu* à la découverte.

Mais en en admettant en réalité (ce à quoi M. Ch. Sainte-Claire Deville ne fait aucune objection), la position de ces dépôts dans une caverne élevée à peine d'un mètre au-dessus de la Cure, et envahie par elle à chaque crue, ne permet pas, ce semble, de conclure la contemporanéité des animaux et de l'homme,

bien que leurs ossements fussent mélangés dans une même couche. Il est en effet très permis et très naturel d'attribuer ce mélange à un remaniement postérieur.

M. de Vibraye trouve dans les objections de M. Deville une sorte d'argument *à fortiori* en faveur de son appréciation. Il avait observé, comme on le voit plus haut, *que les ossements les plus intacts d'ours et d'hyène*, enfouis dans la grotte en question, *sont entourés d'une pellicule charbonneuse indiquant leur enfouissement à une époque où ils étaient encore adhérents aux chairs de l'animal.* Ce ne pourrait donc être qu'à une époque très voisine de leur mort et de leur dislocation.

Si M. Deville admet l'hypothèse d'un *remaniement postérieur* ayant opéré le mélange des ossements des différentes époques, les plus récents débris appartiendront nécessairement aux animaux dont les chairs étaient encore à l'état frais au moment de leur enfouissement, et la mâchoire humaine ne pouvant leur être postérieure, puisqu'ils sont les plus récents, devra leur être contemporaine, sinon le *remaniement* la prouverait antérieure à ces débris animaux.

Nous ne prétendons pas aller aussi loin, mais il nous fallait suivre cette hypothèse jusqu'à ses dernières conséquences.

M. Hébert admet qu'il est très porté à accepter l'opinion émise par M. de Vibraye, d'autant plus qu'il est démontré par les observations faites à Amiens et à Abbeville que l'homme a vécu pendant la période quaternaire ; que la mâchoire présentée offre tous les caractères des ossements quaternaires qui l'accompagnent et nullement ceux des couches supérieures.

M. Lartet, répondant aux objections soulevées par M. Deville, rappelle que les faits de mélange et de superposition d'ossements d'animaux perdus aux restes de l'espèce humaine ou aux produits de son industrie ont été anciennement et nombre de fois observés dans les cavernes, mais avec des circonstances moins bien définies que dans le cas présenté à la Société par M. de Vibraye. Toutefois, il reconnaît que les objections de M. Deville reprendraient, à un autre point de vue, toute leur valeur, si l'on prétendait que l'association accidentelle, dans un même dépôt de transport, de restes de l'homme avec ceux de certains mammifères éteints suffit pour en con-

clure leur contemporanéité antérieure. Il faudrait, pour arriver à une certitude inductive à cet égard, des évidences plus directes, comme par exemple, l'observation sur les ossements de ces animaux de traces d'une action humaine assez significative pour impliquer des relations biologiques. C'est par des preuves de ce genre que M. Lartet a essayé de remonter à l'ancienneté relative de l'homme, et il compte avoir l'honneur de les soumettre prochainement à la Société, en lui présentant quelques-unes des pièces justificatives de ces premiers aperçus.

M. Michelot dit qu'il a visité en 1853 les environs d'Arcy avec M. l'ingénieur en chef Belgrand qui lui a fait observer dans la vallée de la Cure deux diluvium parfaitement distincts, et par la nature de leurs éléments et par leur situation sur les flancs opposés de cette vallée. Le premier formé de débris plus ou moins roulés de roches anciennes du Morvan ; le second de fragments anguleux de calcaires jurassiques, quelquefois réunis par un ciment calcaire. Ce dernier dépôt, connu sous le nom d'*Arène*, se voit sur beaucoup de points de la Côte-d'Or, de l'Yonne, de l'Aube, plaqué sur le flanc des coteaux, et atteignant souvent une grande puissance; c'est ainsi qu'il est exploité sur 20 à 25 mètres d'épaisseur près de la gare du chemin de fer à Aisy. On retrouve, dans les deux couches décrites dans les grottes d'Arcy par M. de Vibraye, les matériaux du diluvium du Morvan et de l'arène jurassique, mais dans des conditions tellement différentes qu'on est bien tenté au premier abord de supposer que ces matériaux n'ont pas été déposés en même temps que sur les bords de la Cure, mais y ont été entraînés par des phénomènes postérieurs, ce qui paraît plus probable encore pour la couche supérieure. N'ayant pas visité lui-même les grottes d'Arcy, M. Michelot ne fait toutefois ici que poser une question à laquelle personne ne pourra mieux répondre que M. le marquis de Vibraye en ajoutant à ses intéressants travaux de nouvelles observations sur les dépôts quaternaires de la Cure comparés aux strates analogues des grottes d'Arcy.

M. Ém. Goubert demande ensuite la parole et dit :

Je suis heureux de voir M. Michelot exprimer l'opinion que

je me suis faite de la question en litige; aussi, et bien que convaincu par différentes raisons de la contemporanéité de l'homme et des animaux de la période quaternaire, je me permettrai de présenter deux objections seulement à l'intéressant mémoire dont nous avons entendu la lecture. Je ne contesterai pas l'authenticité de la mâchoire humaine mise sous les yeux de la Société, ni la forme des foyers décrits et qui ont une singulière analogie avec les *pot-holes*, ou les entonnoirs dus au tournoiement des eaux dont on trouve plusieurs petits exemples dans les grandes grottes. Je dirai seulement :

1° Que la couche supérieure de M. de Vibraye ne me paraît pas du loess;

2° Qu'en masse les dépôts mentionnés dans les grottes semblent tout à fait distincts des dépôts quaternaires du département.

J'ai vu avec soin les grottes d'Arcy ouvertes le long de la Cure dans l'oolithe miliaire, comme le tunnel de Saint-Morée dont elles sont voisines; je les ai vues à deux reprises, notamment l'automne dernier, peu après les fouilles de M. de Vibraye. Le seuil de la grotte des Fées était encore couvert d'ossements, bien conservés, non roulés, très solides, d'*Ursus spelæus*, Blum., plus nombreux certainement que dans les cavernes de Sentheim et de Lauw (Haut-Rhin), décrites par M. Delbos. Je fus d'ailleurs accompagné dans les chambres successives de la grande grotte par le même guide du château d'Arcy dont parle M. de Vibraye.

C'est avec l'aide de ce guide que j'ai creusé et dissous la croûte stalagmitique, en voie de formation, qui pare presque partout la grotte principale, ou parfois même, quand le tuf cristallin manque à la surface du sol de cette grotte, j'ai trouvé la couche rapprochée, par M. de Vibraye, du lehm ou loess. Elle ne m'a paru présenter aucun des caractères minéralogiques ni zoologiques du loess, tel que je l'ai étudié dans toute l'étendue du bassin de Paris, sur les bords du Rhin ou du Rhône, caractères partout constants, bien que M. de Vibraye tende à croire le contraire pour la Sologne. Elle est également tout à fait distincte du limon ocreux qui se montre dans certaines cavernes du midi. C'est une marne glaiseuse, onctueuse, très grasse au toucher parce qu'elle est toujours mouillée par les infiltrations actuelles, blanc-jaunâtre comme le mastic de nos vitriers. J'y ai recueilli une dent qui appartient, je pense, à un renard, mais aucune trace de *Succinea*, *Helix*, etc.

Quand la couche superficielle, dite à tort loess, se voit à la surface du sol, elle n'est souvent qu'une vase limoneuse semblable à celle de nos rivières et alternant parfois avec des graviers.

Pour ce qui est des deux autres couches plus inférieures, que M. de Vibraye a voulu distinguer dans le sol des grottes, je trouve qu'elles ont un grand rapport pétrographique avec le gravier roulé encore de la Cure, et composé de quartz ou granite du Morvan. En résumé, les trois couches reconnues par M. de Vibraye me semblent être totalement distinctes du diluvium des localités environnantes. Dans la grande grotte, la croûte stalagmitique actuelle, perforée çà et là de trous en forme de fer à cheval, dus au tournoiement des eaux, indique, pour les plus incrédules, une communication récente avec le cours même de la Cure. A côté des ossements d'ours, M. de Vibraye dit lui-même que l'on trouve des *Unio*, mais beaucoup plus rares, il est vrai, que les débris de mammifères. Par suite de ce que je viens d'exposer, je ne puis regarder comme loess le limon superficiel des curieuses grottes d'Arcy.

M. Murchison présente une nouvelle Carte géologique de l'Écosse, et fait ressortir les profondes modifications que les études approfondies qu'il a pu faire du terrain ont apportées à celles déjà existantes.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante, envoyée au nom de l'auteur par M. le professeur Bianconi, de Bologne :

Du Cérium oxydé; par W. Sarswood, A. M., docteur en philosophie, de Philadelphie.

Février 1860.

Il y a peu de temps qu'une apparente anomalie s'est présentée dans le *cérium oxydé*, que j'ai trouvé avec l'allanite découverte à East-Baadford, en Pennsylvania.

Pendant qu'on explorait l'allanite, qui ne répondait pas à quelques caractères qui lui sont assignés, on a cherché si un autre oxyde était uni au cérium oxydé, lui étant bien voisin par ses proportions atomistiques (ce que le savant Mosander a fait voir dans l'oxyde de cérium, aussitôt qu'il était préparé, ce qui a donné occasion de découvrir le *lanthane*, nommé par lui de ce nom, parce qu'il était resté très longtemps occulte (λανθανε, ελαθε) et après le second oxyde de didymium) ou bien un second oxyde, associé à l'autre, et pas encore isolé, ce qui, bien des fois, arrive en chimie.

Ce fait, qui vient d'être établi par mes recherches métallurgi-

ques sur le *cérium* ne peut cependant être annoncé que comme une conjecture, mes observations ayant été malheureusement interrompues avant qu'elles fussent terminées.

M. le docteur Ant. Schrotter, secrétaire général de l'Académie des sciences de Vienne, et mon ami, m'ayant offert son aide pour poursuivre ces investigations, j'espère que bientôt ces recherches seront achevées, et qu'on pourra les mettre un jour bien plus tôt qu'on n'aurait pu le faire sans son secours.

D'autre part, les importantes découvertes des illustres savants Bunsen, Kjerulf, Rammelsberg et Woltzman devant illustrer notre argument, j'ai cru pouvoir me permettre cette communication, à laquelle feront suite, prochainement, les résultats de nos recherches.

Bien que j'aie eu le projet de me renfermer dans des investigations de chimie pure, ce que j'ai cependant rassemblé de notions minéralogiques sur ce minéral sera, j'espère, de quelque utilité à la minéralogie.

Séance du 7 mai 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Ch. Laurent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

Cave, professeur de physique au lycée de Rennes (Ille-et-Vilaine), présenté par MM. Hébert et Ch. Laurent ;

Pompée (Pierre-Philibert), directeur de l'École professionnelle, rue de Seine, n° 6, à Ivry-sur-Seine, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Éd. Collomb ;

Le docteur Charles Zietel, à Heidelberg (grand-duché de Bade), présenté par MM. Deshayes et Ém. Goubert.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, avril 1860.

De la part de M. Delesse :

1° *Ueber die Umwandlungen der Brennstoffe* (extr. de *Zeitsch. der Deutschen gsol. Gesellsch.*, 1857), in-8, pp. 527-530.

2° *Untersuchungen über die Entstehung der Gesteine* (extr. de *Zeitsch. der D. geol. Gesellsch.*, 1859), in-8, pp. 310-338.

3° *Notice sur la fabrication du fer dans l'Inde*, par M. Th. Oldham (extr. par M. Delesse; *Ann. des mines...*), pp. 337-350.

De la part de M. Ébray :

1° *Sur les silex en forme de haches*, pp. 123-124;

2° *Sur la coïncidence des sources minérales de la Nièvre avec les failles*, pp. 124-130;

3° *Étude des modifications de l'étage callovien et preuve de l'existence de cet étage aux environs de Châtel-Censoir*, p. 161-175.

Ces trois notes extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XVII, 1860.

De la part de M. Hébert, *Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la Manche* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XVII, 1860, p. 300-316).

De la part de M. Sterry-Hunt :

1° *Contributions to the history of Euphotide and Saussurite* (extr. de *The Amer. Journ. of sc.*, vol. XXVII, may 1859), in-8, 15 p.;

2° *On some reactions of the salts of lime and magnesia, and on the formation of gypsums and magnesian rocks* (extr. de *The Amer. Journ. of sc.*, vol. XXVIII, 1859), in-8, 37 p.;

3° *On the some points in chemical geology* (extr. de *The Canadian naturalist for dec.* 1859), in-8, 15 p.;

4° *Review. — On some points in the geology of the Alps*, jan. 1860, in-8, pp. 118-124.

De la part de M. Charles Th. Gaudin, *Extrait du mémoire intitulé : Les laves du mont Etna formées sur des pentes rapides et les cratères de soulèvement*, par sir Ch. Lyell (tiré des *Arch. des sc. de la Bibl. univ. de Genève*, nov. 1859), in-8, 50 p., 1 pl.

De la part de M. le docteur Raoul Le Roy, *Relation médicale du voyage de* la Persévérante *dans l'océan Pacifique, de* 1855 *à* 1858. — *Thèse pour le doctorat en médecine, présentée et soutenue à Paris le* 27 *mars* 1860, in-4. Paris, chez Rignoux.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 16 à 18.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. XIX, n° 111, mars 1860.

L'Institut, nos 1372-1374, 1860.

Soc. imp. d'agr., etc., de Valenciennes. — Revue agricole, industr. et litt., XIe année, n° 8, février 1860.

The quarterly Journ. of geol. Society of London, vol. XV, part. 5, n° 60, febr. 1860; vol. XVI, part. I, n° 61, febr. 1860.

The Atlantis, n° V, janvier 1860.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. X, n° 4, avril 1860.

Revista minera, t. XI, nos 238 et 239, 15 avril et 1er mai 1860.

The Canadian naturalist and geologist, vol. V, n° 2, avril 1860.

Le Président rappelle à la Société que c'est dans la première séance de mai que l'on fait les propositions ayant pour but de fixer le lieu de la réunion extraordinaire annuelle de la Société géologique de France.

Il est donné lecture d'une lettre de la Société de botanique par laquelle le Secrétaire informe que, par suite de l'importance de ses collections, cette Société se voit à regret forcée de donner congé du local qui avait été mis à sa disposition. Cette lettre se termine par les meilleurs sentiments de gratitude.

M. Hébert donne lecture de la lettre suivante de M. Lory :

Nouveaux détails sur un gisement de Nummulites en Maurienne, et considérations sur l'usage des caractères stratigraphiques dans les Alpes; par M. Ch. Lory.

J'ai revu attentivement, du 10 au 13 avril dernier, la coupe des terrains de la Maurienne, entre Saint-Jean et Saint-Michel, et je

me suis attaché spécialement à reconnaître le gisement des Nummulites recueillies par M. L. Pillet, et au sujet desquelles j'avais écrit, au mois de janvier dernier, la lettre que M. Hébert a eu l'obligeance de communiquer à la Société géologique. Comme les échantillons de M. L. Pillet avaient été pris dans un bloc détaché, au milieu des déblais éboulés d'une carrière située à environ 80 mètres au-dessus de la vallée, il pouvait rester quelque doute sur la question de savoir si ces Nummulites provenaient bien d'une roche en place. Ces doutes n'existaient pas dans mon esprit, vu les caractères pétrographiques tout spéciaux des roches de cette localité, et parce que la rencontre des Nummulites sur ce point confirmait pleinement les conjectures résultant de mes études antérieures. Cependant, pour dissiper toute incertitude, il était nécessaire de retrouver d'autres exemplaires de Nummulites dans des roches évidemment en place.

En arivant à Saint-Jean-de-Maurienne, je vis M. Coche, agent-voyer, qui avait fait avec M. Pillet et moi la course des Aiguilles d'Arves, et qui accompagnait M. Pillet lorsque, à la suite de cette excursion, il recueillit les échantillons de grès avec Nummulites. Il m'affirma avoir vu depuis, dans une des entailles de la carrière, des fossiles semblables incrustés dans les roches en place, et il s'offrit obligeamment à se rendre avec moi sur les lieux. En passant l'Arc en face de Saint-Julien, et prenant un sentier à mi-côte, en dessous de celui qui conduit au village de Mont-Richer, on arrive directement à la carrière, ouverte à environ 80 mètres au-dessus de l'Arc, sur la rive gauche, à peu près à égale distance de Saint-Julien et de Saint-Martin-de-la-Porte. On a exploité dans cette carrière une assise, épaisse d'au moins 10 mètres, de calcaires blancs, plus ou moins cristallins, intimement associés à des grès verdâtres, à ciment calcaire, qui alternent avec les calcaires blancs et les comprennent, en dessus et en dessous. Ces grès, formés de débris plus ou moins fins ou grossiers, montrent sur-le-champ l'aspect pétrographique si remarquable des échantillons avec Nummulites, recueillis par M. Pillet dans les débris de l'exploitation En examinant attentivement ces grès en place, on voit que presque toutes leurs couches sont remplies de petites Nummulites, de 3 à 5 millimètres de diamètre ; ces fossiles se distinguent assez facilement sur les surfaces usées par l'érosion ; mais ils sont souvent difficiles à apercevoir dans la cassure fraîche. Je n'ai pas eu la chance de rencontrer, dans ces grès en place, l'autre espèce plus grande qui accompagne ces petites Nummulites dans les échantillons de M. Pillet, et qui est apparemment, beaucoup, plus rare.

Quant aux calcaires enclavés dans ces grès, ils sont de deux sortes : les uns sont formés de carbonate de chaux pur, lamellaire, empâtant de petits fragments anguleux de calcaires compactes du *lias*, plus ou moins altérés; entre leurs lamelles cristallines, on remarque des enduits talqueux d'un vert tendre, d'un éclat nacré ; ils contiennent aussi beaucoup de veinules et de nids de quartz hyalin. Je ne saurais dire positivement si ces calcaires, d'une structure si cristalline, constituent une couche régulière ou un filon formé postérieurement et suivant sensiblement la stratification. Quoi qu'il en soit, cette brèche de structure lamellaire paraît entièrement dépourvue de fossiles.

L'autre variété de calcaire, plus développée et très nettement stratifiée, comme les grès qui la comprennent, parallèlement à toutes les autres assises de la localité, est un calcaire blanc ou un peu grisâtre, d'un grain subcristallin très fin, translucide sous une faible épaisseur. En examinant les surfaces exposées à l'érosion, on voit que ce calcaire renferme, comme les grès, une grande abondance de Nummulites; mais ces fossiles sont tellement empâtés que, dans les cassures fraîches, leurs coupes se montrent seulement comme des taches d'un gris bleuâtre, sur le fond plus clair de la roche. L'espèce la plus abondante est encore une Nummulite de petite taille, assez renflée, mais elle est souvent accompagnée de Nummulites beaucoup plus grandes, atteignant 3 ou 4 centimètres de diamètre. J'y ai recueilli encore un oursin indéterminable et des fragments d'une grande Huître, à test très épais.

Ce calcaire à Nummulites et les grès à Nummulites auxquels il est intimement associé forment une assise de roches dures et, par suite, une petite corniche saillante assez marquée, au milieu de couches plus tendres et plus ou moins schisteuses dont ils suivent d'ailleurs exactement la direction et l'inclinaison générale d'environ 50° vers l'est. On peut étudier cet affleurement en saillie sur une longueur de plus de 100 mètres.

Ces couches à Nummulites s'appuient, à l'ouest, sur un puissant système de grès et de schistes ardoisiers, que l'on traverse sans interruption, de ce point à Villard-Gondran, sur la rive gauche, et qui correspond à celui compris, sur la rive droite, entre le ravin de Crozat et le pont de l'Arc, de part et d'autre de Saint-Julien. Ces grès et schistes ardoisiers comprennent les groupes *d*, *c* et *b* de la coupe que j'ai donnée précédemment (p. 180); on y exploite un grand nombre d'ardoisières, des deux côtés de l'Arc. Je me suis assuré, par un examen attentif, que toutes les assises de

cet ensemble étaient intimement liées entre elles par la stratification et par une grande uniformité de caractères minéralogiques. Les grès prédominent dans les groupes *d* et *b*, les schistes ardoisiers dans le groupe *c;* tout ce système ne paraît comprendre aucune assise de calcaires compactes; et, bien que les schistes ardoisiers de ce terrain soient presque toujours un peu calcarifères, ils se distinguent très facilement des schistes argilo-calcaires du *lias*, qui constituent le groupe *a* de la même coupe. Les ardoises de Saint-Julien ressemblent parfaitement à celles que l'on exploite dans le terrain nummulitique d'Orcières et du Pont-du-Fossé (Hautes-Alpes) (*Bull.*, 2e sér., t. XII); comme celles-ci, elles jaunissent rapidement à l'air, tandis que les ardoises du *lias* conservent généralement leur couleur d'un bleu noir.

Du côté de l'E., les couches à Nummulites sont recouvertes encore par quelques couches de grès plus ou moins grossiers ou schisteux et par des conglomérats formés de débris calcaires; puis vient le grand étage des calcaires compactes ou un peu schisteux du défilé de l'Arc (groupe *e* de notre coupe, p. 180). Dans les premières assises de ce groupe, à moins d'un kilomètre du gisement des Nummulites, on remarque un amas très puissant de *gypse* intercalé dans ce terrain; il occupe, sur la rive gauche, un ravin descendant de Mont-Richer, et, sur la rive droite, une partie du grand ravin de Crozat. Au-dessus, viennent de puissantes assises de calcaires plus ou moins schisteux, et enfin de calcaires compactes, qui forment le Perron des Encombres, et que l'on traverse jusqu'en vue de Saint-Michel. Dans les dernières couches qui affleurent au bord de la route, à cette issue supérieure du défilé, j'ai trouvé de nombreux fossiles, malheureusement mal conservés : ce sont des Bélemnites, des Ammonites (*A. spinatus*, Brug.?), des espèces indéterminables des genres *Pecten*, *Lima*, *Plicatula* (*P. spinosa*, Sow.?). La petite assise qui les renferme me paraît correspondre exactement à la position si clairement indiquée par M. Élie de Beaumont pour la couche fossilifère du col des Encombres; elle n'est recouverte que par une trentaine de mètres de calcaires magnésiens, devenant jaunâtres au contact de l'air, sur lesquels s'appuient immédiatement les schistes bariolés (*f*), puis les quartzites (*g*), et enfin les grès à anthracite (*h*) de la coupe précitée.

Comme je l'ai dit précédemment (p. 182), tous les faits me paraissent s'accorder pour établir dès à présent que la coupe de la Maurienne entre Saint-Jean et Saint-Michel présente *un ensemble de terrains replié et refermé sur lui-même*, comme un cahier de papier dont on rapproche les deux moitiés. Les assises les plus éle-

vées dans la série normale des terrains seraient ici les assises supérieures du terrain nummulitique, les ardoises du *flysch ;* leur repli sur elles-mêmes correspond à peu près au grand ravin de Saint-Julien, descendant de Mont-Denis. D'un côté de Saint-Julien, nous aurions le *terrain nummulitique* (groupe *c* et *b*) ; puis le *lias schisteux* (groupe *a*) rappelant exactement celui de la base des Aiguilles d'Arves (p. 23), dont il est le prolongement, et appartenant probablement, comme lui, à la partie supérieure du terrain du *lias ;* il n'a qu'une épaisseur médiocre, renferme à sa base des amas de *gypse* et repose immédiatement sur les terrains cristallisés (*y*) ; ces diverses formations se succèdent dans leur ordre de superposition normale. De l'autre côté de Saint-Julien, nous trouverions le terrain nummulitique (*d*), avec le gisement des Nummulites dans ses assises les plus anciennes ; puis le *lias* (*e*), beaucoup plus épais qu'en *a* et comprenant d'abord des assises schisteuses, avec *gypse* (lias supérieur ?), puis des assises compactes et une couche fossilifère où dominent les espèces caractéristiques du *lias moyen ;* après le lias, les schistes bariolés (*f*), les grès et quartzites (*g*) qui représenteraient le *trias*, d'après M. Favre ; enfin les *grès houillers* (*h*) ; tous ces divers terrains se présentent dans l'ordre de *superposition anormale ou renversée.* Cette explication fait disparaître toutes les oppositions apparentes aux lois de la succession des fossiles ; elle rend compte de la position des *plantes houillères* par rapport aux *fossiles du lias*, en même temps que de la position de ceux-ci par rapport aux Nummulites (1).

---

(1) Les Nummulites de la localité qui nous occupe sont évidemment des espèces différentes de celles des environs de Gap ; et, comme M. d'Archiac a bien voulu me le faire remarquer, elles indiquent très probablement un niveau géologique différent de celui des couches fossilifères de Faudon, de Saint-Bonnet, etc. Elles correspondraient plutôt, je pense, aux couches à Nummulites des Bauges ou à celles de Thônes et autres points des environs d'Annecy ; et il me paraît probable qu'on trouvera pour les relier à celles-ci quelques stations intermédiaires. — Je n'ai pas retrouvé, en face du pont de l'Arc, des couches à Nummulites correspondantes, entre le lias (*a*) et les grès nummulitiques de Villard-Clément (*b*) ; mais tous ceux qui ont étudié le terrain nummulitique des Alpes françaises savent combien est irrégulier et essentiellement local le développement des petites assises fossilifères que l'on trouve çà et là à sa base ; cela tient surtout, je pense, à ce que, dans cette région, les dépôts nummulitiques se sont formés sur un fond extrêmement inégal ; car, sur des points très rapprochés, on les voit reposer indifféremment sur tous les terrains, depuis les terrains cristallisés jusqu'à la craie inclusivement.

Les difficultés de la géologie des Alpes s'éclaircissent et se dissipent successivement à la lumière des lois universelles de la paléontologie, qui (je le crois) ne sont pas plus en défaut ni sujettes à plus d'exceptions dans ces montagnes que dans les pays les mieux connus où l'on a complété leur généralité. Plus les observations se multiplient et se précisent, à mesure que l'on découvre de nouveaux gisements de fossiles et qu'on les prend pour points de repère, on arrive à reconnaître combien sont fréquentes les *illusions stratigraphiques*, les apparences trompeuses de superposition et de *retours d'étages identiques*, résultant soit de *failles*, soit de *renversements*, soit de *replis complets*, en d'autres termes, d'ensembles de terrains *refermés* sur eux-mêmes. Si l'on se refuse, *à priori*, à admettre la possibilité de ces grands accidents stratigraphiques, si l'on se croit fondé en principe à prolonger dans l'intérieur du sol, avec leur inclinaison à la surface, les petits lambeaux de strates que l'on peut voir en affleurement et à déduire leur *ordre de formation* uniquement de leur *ordre de superposition apparente*, — alors il n'y a plus de limites aux exceptions que l'on croira trouver à chaque pas aux grands principes que Brongniart a placés si haut dans la science, justement en en faisant l'application aux Alpes. Mais ce ne sera plus seulement dans les grandes chaînes centrales, où les fossiles sont si rares, que l'on croira voir des oppositions aux lois de la paléontologie; ces exceptions apparentes se présentent en foule dans les chaînes secondaires, dans des chaînes formées de terrains jurassiques et crétacés où les fossiles abondent, comme dans les montagnes de la Chartreuse et de la basse Savoie. On se trouvera conduit par une inflexible logique à admettre que « ces anomalies proviennent de l'ancienne existence de » causes géogéniques spéciales, sous l'empire desquelles les Alpes » se sont jadis formées et qui en ont fait une région géologique tout » à fait à part (1); » — et cela, non pas seulement à une époque particulière, mais pendant toute la suite des temps géologiques.

Arriver à une pareille conclusion, c'est, à mon avis, confirmer

---

(1) M. Scipion Gras, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. L, p. 755, 16 avril 1860. — M. Gras cite la vallée d'Entremont (Savoie) comme offrant un retour de fossiles du terrain *néocomien* dans des étages qui seraient, suivant lui, *supérieurs et postérieurs* à un autre étage contenant les fossiles de la *craie blanche*. La coupe des terrains de cette vallée a été décrite par MM. Chamousset, *Act. de la Soc. helv. des sc. nat.*, p. 99 (1845); Lory, *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 2e sér., t. I, p. 195 (1850); Vallet, *Mém. de l'Acad. roy. de Savoie*, 2e sér., t. II (1851); Favre, *Bull. de la*

la thèse que l'on veut combattre ; c'est démontrer d'une manière éclatante l'insuffisance des caractères stratigraphiques, et le danger de leur emploi exclusif pour déterminer la série des terrains dans un pays de montagnes.

Je ne saurais trop engager les géologues dans l'esprit desquels il pourrait rester quelques doutes sur la fréquence et la portée immense des illusions stratigraphiques résultant des *failles*, des *renversements*, des *replis en superposition renversée*, à aller étudier ces phénomènes dans certains pays de petites montagnes, très faciles à explorer, d'une constitution géologique extrêmement simple dont les terrains sont parfaitement connus et dont toutes les assises sont remplies de fossiles caractéristiques, je veux dire les parties plus *classiques* du Jura dont MM. Thirria, Thurmann, Gressly et tant d'autres géologues après eux ont formulé la structure en des lois d'une précision mathématique. Là on peut suivre pas à pas, et *disséquer* en quelque sorte couche par couche, des accidents stratigraphiques qui produiraient inévitablement les mêmes illusions que celles auxquelles on est sujet dans les Alpes, si l'on n'était sans cesse guidé par les caractères paléontologiques et minéralogiques les plus tranchés. Là aussi on trouve de nombreux exemples de *failles*, mettant souvent le keuper en contact avec les calcaires de Portland, et se continuant sur dix, vingt, trente lieues de long ; là aussi on observe, surtout dans le voisinage des failles, des *renversements*, des *replis en superposition renversée* de la totalité ou d'une partie seulement des étages jurassiques. Ces *renversements* se continuent souvent sur plusieurs lieues de longueur, intervertissant ainsi en apparence, sur des étendues très grandes comparativement à la hauteur des chaînes, l'ordre normal de succession des étages et de leurs fossiles caractéristiques. Il résulte aussi de ces modes de dislocations des apparences de *retours d'étages identiques*, des *superpositions anormales*, des *oppositions apparentes entre les caractères stratigraphiques et*

Soc. géol. de France, 2e sér., t. VIII, p. 624 (1851), et *Bibl. univ. de Genève*, t. XIX, p. 265 (1852) ; Lory, *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IX, p. 61, 229, 230, et pl. I, fig. 1 (1851-1852) ; *Essai géologique sur les montagnes de la Chartreuse*, p. 33, 59, 60 et fig. 1 ; *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 2e sér., t. II (1852). — Toutes ces descriptions s'accordent pour signaler, dans l'axe de la vallée, une *faille* qui met la *craie blanche* en contact avec les couches supérieures de l'étage *oxfordien ;* je pense que c'est parce qu'il n'a pas tenu compte de cette *faille* que M. Gras a cru voir la superposition dont il parle.

les caractères paléontologiques, des *intercalations* trompeuses de certains lambeaux au milieu d'étages tout différents. En un mot, on trouve dans les plus petites chaînes du Jura tous ces accidents de structure orographique dont quelques géologues semblent vouloir contester l'existence dans les Alpes. Nulle part ces accidents ne sont plus nombreux et plus faciles à étudier que dans les environs de Besançon, où plusieurs grandes failles se combinent avec des ploiements énergiques des couches ; seulement, dans ces localités, ces accidents affectent un ensemble d'étages dont l'épaisseur totale est tout au plus de 800 mètres, et donnent lieu à des reliefs qui ne dépassent guère 2 ou 300 mètres au-dessus de la vallée du Doubs. Dans le massif de la Chartreuse, l'épaisseur totale des terrains disloqués est environ cinq fois plus grande, et les saillies du relief au-dessus de la vallée de l'Isère sont plus fortes dans le même rapport. Enfin, dans les Alpes centrales, l'épaisseur totale des terrains disloqués est encore bien plus considérable, et, par suite, les accidents sont sur une échelle bien plus gigantesque, dix fois plus grande, par exemple, que dans les petites montagnes de Besançon. Il devient extrêmement difficile d'étudier en détail et d'embrasser dans leur ensemble ces masses énormes de terrains dont la coupe, en couches très inclinées, occupe plusieurs lieues de largeur, et ces difficultés d'exploration, jointes à la rareté des fossiles, aux ressemblances fréquentes des roches, d'un terrain à l'autre, et aux variations d'aspect de celles d'un même étage, rendront encore pendant longtemps douteux bien des points importants de la structure des Alpes; mais croyons-le fermement pour l'avenir de la science, ce ne sont pas les lois générales de la succession des terrains et des fossiles qui sont en défaut dans ces montagnes ; ce sont tout simplement nos moyens d'observation trop bornés qui nous laissent souvent impuissants en présence de masses aussi colossales.

A la suite de cette lecture, M. Benoît demande que l'on invite M. Lory à fournir une série de coupes très exactes et à l'échelle des différents points qu'il a décrits.

M. Laugel donne lecture de la lettre suivante de M. J. Beaudouin :

Châtillon-sur-Seine, le 3 mai 1860.

Monsieur le Président,

L'heure avancée jusqu'à laquelle s'est prolongée la dernière

séance de la Société ne m'a pas permis de prendre la parole pour une communication que je désirais faire et pour laquelle j'étais inscrit. Je viens aujourd'hui remplir cette tâche, en vous priant de vouloir bien faire donner lecture à la Société de la note suivante.

Les intéressantes discussions, nées depuis quelque temps à l'occasion des instruments d'industrie humaine trouvés dans des dépôts diluviens, ont appelé mon attention sur des silex de diverses formes, évidemment taillés, que je trouvais fréquemment dans le voisinage de Châtillon-sur-Seine, à la surface du sol, particulièrement sur des argiles marneuses appartenant à l'époque diluvienne. J'avais toujours cru que ces instruments dataient d'une époque postérieure au dépôt diluvien, à la surface duquel je les rencontrais ordinairement, lorsque des exploitations de minerai de fer, ouvertes dans ce terrain, me mirent à même de voir parfaitement en place, dans le sein du dépôt lui-même, des fragments de silex analogues à ceux que j'avais trouvés jusqu'alors à la surface. Les ouvriers que je questionnai m'affirmèrent qu'il n'était pas rare pour eux de trouver ces sortes de *pierres à feu*, ainsi qu'ils les appellent, à des profondeurs variables, de 1, 2 et même 3 mètres, et toujours alors dans un terrain vierge de tout remaniement. J'accepte d'autant plus volontiers comme exacts le dire et l'appréciation de ces ouvriers, ce dont j'aurais peut-être pu douter avant mon observation personnelle, que d'un côté ils ne soupçonnent nullement l'importance du sujet, et que, d'un autre, ce sont les gens les plus experts pour distinguer, dans le dépôt diluvien qu'ils exploitent, les parties remaniées de celles qui ne le sont pas, ces dernières seules étant celles qui leur fournissent le minerai qu'ils recherchent.

Quant à l'origine de ces fragments de silex, on ne peut douter un instant qu'ils ne soient le résultat du travail de l'homme. Les formes diverses que j'ai recueillies indiquent suffisamment les usages auxquels ces instruments étaient destinés; les uns (ce sont les plus fréquents) sont des lames allongées, un peu courbes, dont la partie concave n'offre qu'une seule facette, tandis que la partie convexe présente au contraire très rarement deux, mais ordinairement trois facettes longitudinales; les autres affectent la forme d'un fer de flèche très nettement accusé, de 2 à 3 centimètres de long, et souvent taillé avec un certain art; quelques-uns enfin, de forme triangulaire, larges et forts, sont de véritables armatures de javelots. J'ai fait voir ces curieux instruments à plusieurs de

nos confrères, et à cet égard je fais particulièrement appel aux souvenirs de MM. Lartet et Hébert.

Je ne dois pas omettre que j'ai également trouvé dans les mêmes localités d'autres instruments en silex et en jade polis; mais ceux-ci toujours à la surface du sol et jamais dans le dépôt diluvien en place. Ils me paraissent être d'une époque plus récente que les silex taillés à facettes, et très probablement tout à fait postérieurs au dépôt diluvien. Ils annoncent d'ailleurs un art plus avancé.

J'ajouterai que la matière première qui a servi à fabriquer les instruments taillés est un silex très dur et très compacte qui paraîtrait appartenir aux silex pyromaques de la craie. Je suis d'autant plus fondé à le supposer que je possède, trouvé dans les mêmes conditions que les instruments eux-mêmes, un silex presque entier (provenant évidemment de la craie) duquel ont été détachés quelques fragments dont la forme très probable a dû être celle de ces lames minces et longues dont j'ai parlé plus haut. Or, le silex est complétement étranger aux terrains de la localité; le point le moins éloigné où l'on puisse le rencontrer se trouve être au moins à 40 kilomètres nord-ouest dans le département de l'Aube, direction contraire à celle des courants diluviens. Ce ne serait donc pas, dans tous les cas, à cette dernière cause que serait due la présence des silex dans les environs de Châtillon-sur-Seine.

C'est ici le lieu de dire que j'ai trouvé également dans le dépôt diluvien plusieurs instruments semblables pour la forme et le travail à ceux que j'ai signalés, mais différents quant à la matière. En effet, ils sont fabriqués avec un calcaire siliceux qui se rencontre, assez rarement du reste, en nodules dans les couches du cornbrash de la localité même. Cette matière, étant moins dure et à cassure moins vive que le silex, a dû être moins recherchée, et, comme conséquence, les instruments qui en sont fabriqués sont très rares.

Il me reste à dire un mot du terrain dans lequel ont été trouvés les silex taillés. C'est une masse d'argile plus ou moins marneuse, d'un rouge brique, avec des indications légères de stratification horizontale qui n'est certainement pas le résultat d'un transport quelconque, mais qui paraît s'être déposée sur le lieu même où elle a été enlevée par les eaux aux terrains sous-jacents. Ce dépôt, qui annonce une action lente et tranquille, occupe toujours le sommet des petites ondulations du terrain, et paraît s'être

formé dans des sortes de cuvettes dont la partie la plus déclive est ordinairement remplie de minerai de fer oolithique. Je n'y ai jamais rencontré de fossiles contemporains du dépôt lui-même ; mais il en renferme d'autres qui appartiennent au terrain oxfordien, ainsi que l'argile, la marne et le minerai de fer qui le constituent. Ce dépôt me paraît bien être le même que le diluvium rouge des plateaux de quelques auteurs. Je renvoie du reste, pour plus de détails, à mon mémoire sur le terrain kelloway-oxfordien du Châtillonnais (*Bulletin*, 2e sér., t. VIII, p. 582).

Je dirai donc, pour me résumer, que la nouvelle observation qui fait l'objet de la présente note est un fait de plus à ajouter à ceux déjà connus, pour arriver à la constatation d'un point scientifique des plus intéressants, à savoir : la présence, dans un dépôt diluvien parfaitement en place, d'objets travaillés par l'homme. Il y a longtemps déjà j'avais signalé des silex taillés dans une caverne à ossements dont j'ai publié la description en 1843 (grotte de Bâlot, Côte-d'Or); mais alors je les avais trouvés dans la couche supérieure des terrains de la caverne. Je me demanderai aujourd'hui, en faisant un rapprochement bien naturel, si cette couche supérieure ne serait pas du même âge que le dépôt diluvien dont j'ai parlé plus haut. C'est ce que peut-être de nouvelles observations viendront établir.

Ici se termine ce que je désirais soumettre à la Société à l'égard des silex taillés. Maintenant qu'il me soit permis de dire quelques mots, en forme d'interrogations, sur l'intéressant mémoire de M. de Vibraye relatif aux cavernes d'Arcy.

Ne pourrait-on pas se demander s'il ne serait pas plus probable que les eaux, au lieu d'être entrées dans les grottes, ainsi que le suppose l'auteur, par l'ouverture actuelle, y soient descendues de la surface des plateaux supérieurs par des fentes ou boyaux aujourd'hui peut-être obstrués? Et, à l'appui de cette opinion, les ossements ne se trouveraient-ils pas en plus grand nombre dans les angles rentrants qui, dans l'intérieur de la grotte, devaient plus particulièrement servir de réceptacle à tous les matériaux charriés par les eaux qui seraient alors sorties par l'ouverture actuelle? Ainsi, les ossements ne se trouveraient-ils pas plus nombreux dans l'angle est de la première salle, dans les deux excavations latérales à l'ouest de la borne Saint-Irancy, dans l'angle ouest du pilier Saint Jacques, dans l'excavation de la fontaine Sainte-Marguerite et dans l'excavation ouest de la salle des éboulements? Si les recherches de M. de Vibraye venaient donner une réponse affirmative, la question ne serait pas douteuse ; le sens

du courant serait tel qu'on peut, je crois, le supposer. Quant aux cavités elles-mêmes qui constituent la grotte, je les regarde comme faisant partie du grand réseau de fractures déterminées par le soulèvement de la Côte-d'Or, fractures que j'ai suivies depuis l'axe de soulèvement jusque vers le nord-ouest dans le département de l'Yonne. Beaucoup de ces fractures sont restées sans communication directe avec la surface du sol ; quelques-unes seulement ont été rendues béantes par les dénudations diluviennes. Du nombre de ces dernières sont : les grottes de Darcey près Sainte-Reine, de Bâlot près Châtillon, d'Arcy (Yonne), les brèches de Semur, etc., et, j'ajouterai encore, quelques parties d'une grande faille que j'ai signalée en 1844 (*Description physique de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine*) comme coupant du sud-est au nord-ouest toutes les vallées de l'arrondissement de Châtillon, et se poursuivant à peu près dans la même direction, d'un côté dans le département de la Haute-Marne, et de l'autre dans celui de l'Yonne.

Un dernier mot sur les deux diluvium si différents, occupant chacun un côté du vallon de la Cure dont a parlé M. Michelot. L'un est bien le diluvium que chacun connaît, mais l'autre n'est qu'un amas d'éboulis résultant de la désagrégation sur place des roches constituant le flanc du vallon. C'est une sorte de gravier, à grains anguleux et de volume variable, bien connu dans les environs de Semur sous la dénomination d'*arène*, sous celle d'*éréné* dans l'Aube, et de *tresse* ou *trasse* dans une grande partie de la Bourgogne.

M. de Vibraye pense qu'il y a confusion dans l'énonciation des couches.

M. Benoît présente quelques observations sur tous les sédiments qui se forment continuellement dans les grottes.

M. Lartet fait la communication suivante :

Note sur des os fossiles portant des empreintes ou entailles anciennes et attribuées à la main de l'homme; par M. Lartet.

Pour me conformer à l'engagement que j'ai pris à cet égard, dans la dernière séance, j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société quelques-uns des os fossiles assez nombreux sur lesquels j'ai cru reconnaître des empreintes évidentes d'une action humaine, empreintes qui auraient été produites antérieurement à l'enfouis-

sement de ces fragments dans les couches où ils ont été recueillis. Certains de ces os ainsi marqués proviennent des mêmes *bancs diluviens* d'Abbeville où ont été découverts les silex taillés que M. Boucher de Perthes a le premier signalés comme attestant l'ancienneté relative de l'espèce humaine. D'autres furent trouvés, il y a plus de cinquante ans, dans une tranchée ouverte pour le passage du canal de l'Ourcq dans la forêt de Bondy. M. Brongniart (*Descript. des env. de Paris*, in-4, 1822, p. 562 et pl. I, fig. 10) a donné une description et une bonne coupe de cette tranchée où des restes d'*Elephas primigenius*, de *Megaceros hibernicus*, d'*Aurochs*, etc., gisaient à une profondeur de 7 mètres sous des assises présentant une stratification régulière. Parmi les os provenant de cette localité, il y en a qui présentent des entailles profondes avec un plan de section légèrement ondulé et strié, comme s'il eût été produit par un tranchant flexueux et imparfaitement aiguisé, analogue à celui de certains silex taillés que l'on a recueillis dans le *diluvium* d'Abbeville. D'autres coupures, au contraire, accusent, par leur régularité et leur mode de pénétration, la possession par leurs auteurs d'outils à biseau rectiligne et soigneusement affilé. Il y a des morceaux sur lesquels les entailles ou les excisions sont très peu apparentes et à peine visibles à l'œil nu ; mais elles n'en ont pas moins de valeur, au point de vue qui nous occupe, surtout si l'on peut tirer, soit de leur position, soit de l'empreinte qu'elles ont laissée, l'induction qu'elles ont été faites, par exemple, en dépouillant l'animal de sa peau, ou bien en détachant les cartilages des surfaces articulaires. On comprend qu'en insistant sur ces détails, j'ai moins en vue de faire partager dès à présent mes convictions à cet égard, que de diriger l'attention des observateurs sur des faits de cette nature, qui, sans cela, passeraient probablement inaperçus, et qui, cependant, peuvent nous fournir les preuves les plus directes et les moins contestables de l'ancienneté de l'homme et de sa contemporanéité avec des espèces depuis longtemps disparues.

Parmi les os que j'ai cru avoir été ainsi entaillés par la main de l'homme, il y en a qui ont appartenu à des espèces dont l'extinction remonte au-delà de tout souvenir historique ou traditionnel (*Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus somonensis*, *Megaceros hibernicus*). D'autres proviennent de certains mammifères encore représentés dans notre Europe actuelle, tels que le cerf commun et l'aurochs. Mais, comme les os de ces derniers se trouvaient originellement ensevelis dans les mêmes couches que ceux des espèces perdues, les conclusions que l'on en peut tirer ont une égale valeur.

On sait d'ailleurs que des restes fossiles de l'aurochs ont été recueillis, en Angleterre, en France et en Italie, dans des dépôts d'un âge plus ancien que ceux où l'on commence à rencontrer, dans l'Europe occidentale, les débris de l'*Elephas primigenius* et du *Rhinoceros tichorhinus*. Du reste, l'observation plus rigoureuse des faits tend chaque jour à démontrer que la très grande partie de nos mammifères actuels ont été contemporains de cet Éléphant, de ce Rhinocéros, et d'un certain nombre d'autres espèces dont le déplacement géographique et la disparition graduelle ont pu être le résultat de l'extension progressive des sociétés humaines.

Sans doute, on ne peut disconvenir qu'à l'époque où se sont déposées les alluvions erratiques du fond de nos vallées, l'Europe n'ait été soumise à des influences climatologiques et à une constitution météorologique très différente de celles qui règnent aujourd'hui. L'indication nous en est fournie par le régime comparativement excessif des cours d'eau de cette époque, dont l'intensité torrentielle est attestée à la fois par l'étendue de leurs alluvions et par le volume des matériaux entraînés. D'un autre côté, on ne peut nier que depuis l'existence avérée de l'homme il ne se soit produit des changements notables dans les lignes de niveau des surfaces émergées. Ces changements, pour n'être pas toujours vérifiables dans le centre des continents où les points de repère manquent, n'en sont pas moins très apparents sur les côtes. Ils ont été constatés dans toute l'étendue du périple européen, depuis le fond de la Baltique jusqu'à l'extrémité orientale de la Méditerranée, par divers observateurs qui ont signalé sur un grand nombre de points littoraux la présence de débris de l'industrie humaine dans des dépôts d'origine marine aujourd'hui relevés à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau actuel des mers. Mais en même temps on est forcé de reconnaître que cette longue période *quaternaire*, si diversement accidentée de phénomènes géologiques, a été traversée tout entière et sans intermission biologique par la presque totalité des êtres qui nous entourent, et par l'homme lui-même, si l'on admet que les silex taillés des *bancs diluviens* et les os marqués qui les accompagnent témoignent suffisamment de son existence pendant les premières phases de cette période.

En procédant ainsi par l'observation attentive de la marche de l'organisation dans sa coordination avec la lenteur toujours agissante des grandes évolutions du globe, on parvient aisément à ressaisir la trace des progressions réelles de la nature. De même, lorsqu'on cherche à se rendre compte de certains contrastes que

nos premières impressions rapporteraient à des changements soudains et violents, on arrive presque toujours à les expliquer par des gradations analogues et sans qu'il soit besoin de recourir à ces hypothèses trop souvent invoquées de perturbations excessives, de crises générales entraînant l'anéantissement des êtres animés, et, par suite, nécessitant des rénovations organiques aussi peu compréhensibles....

M. Hébert fait remarquer que dans les terrains quaternaires qui avoisinent les abords du canal de l'Ourcq on trouve des débris entiers de certains animaux, et qu'il serait disposé à reconnaître ces couches comme particulières et plus récentes, quoique cependant bien antérieures à l'époque actuelle.

M. Gosselet donne lecture de la note suivante :

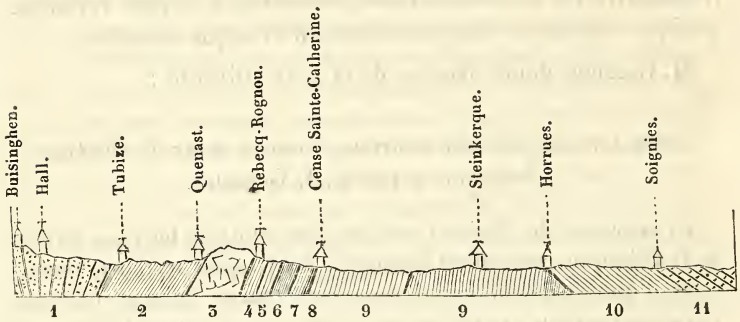
Note sur des fossiles siluriens trouvés dans le Brabant (Belgique) ; par M. J. Gosselet.

La province de Brabant est une des contrées les plus fertiles de la Belgique; son sol est formé par les terrains tertiaires recouverts d'une épaisseur variable de loess. Aussi l'observateur qui voyage au milieu des riches campagnes de ce pays est-il étonné, en descendant de quelques mètres dans les vallées des petites rivières telles que la Senne, la Dyle, la Geete, etc., de rencontrer des roches semblables à celles que traverse la Meuse entre Mézières et Givet, et de trouver là en quelque sorte une Ardenne en miniature.

Ce terrain, qui semble ainsi faire une anomalie au milieu des plaines brabançonnes, a été signalé pour la première fois (1808) par M. d'Omalius d'Halloy qui le classe dans son terrain ardoisier. Lors de sa réunion extraordinaire à Mézières, la Société géologique visita la localité fossilifère de Gembloux ; elle y trouva, dans des schistes argileux verdâtres entremêlés de schistes ardoisiers, plusieurs fossiles, entre autres un *Calymene* voisin du *C. Blumenbachii*, ce qui rangeait ces roches dans le terrain silurien.

Néanmoins, lorsque Dumont les réunit au terrain rhénan, lorsqu'il y établit deux étages qu'il nomma, d'après leur concordance supposée avec ceux de l'Ardenne, système gédinien et système coblentzien, personne n'éleva la voix pour protester ; on eût cependant pu le faire avec d'autant plus de facilité que le sa-

vant professeur de Liége n'indique nulle part les raisons qui l'ont poussé à ces assimilations. La stratigraphie n'est ici d'aucun secours, car le massif du Brabant est complétement séparé de celui de l'Ardenne. Les faits paléontologiques, comme nous allons le voir, ne peuvent pas donner non plus de résultat complet; ce qu'ils apprennent est en contradiction avec les opinions de Dumont. On sait d'ailleurs que ce géologue ne faisait aucun cas des fossiles. C'est donc seulement dans les caractères minéralogiques qu'il a dû trouver, et que nous devons chercher après lui, un moyen de classification. Si l'on s'éloigne de Bruxelles, en suivant le chemin de fer dans la vallée de la Senne (voir la coupe ci-dessous), on



1. Quartzites.
2. Schistes aimantifères ardoisiers, incl. N. 45° E. = 82°.
3. Porphyre de Quenast.
4. Schistes compactes verdâtres.
5. Schistes noirs subluisants.
6. Schistes argileux grisâtres, pyritifères.
7. Schistes ardoisiers.
8. Porphyre.
9. Schistes tendres, à plusieurs plans de division.
10. Dévonien supérieur, à *Sp. Verneuili*, incl. S. 10° E. = 25°.
11. Calcaire carbonifère inférieur.

commence à trouver les terrains anciens représentés par des quartzites rouges, à Buisinghen, localité distante de 12 kilomètres de la capitale de la Belgique. Jusqu'à Tubize, on voit affleurer, de distance en distance, des rochers de quartzites et de schistes verts, et l'on ne peut qu'être frappé de leur analogie avec ceux des environs de Revin. Au nord de Tubize, il y a une carrière de quartzite vert, où l'on trouve en outre des schistes pétris de petits octaèdres d'aimant, ainsi que des paillettes de chlorite et accompagnés de filons de quartz et de chlorite. Les premiers ont jusqu'à 6 centimètres de large; les seconds n'ont guère que 1 à 2 millimètres. Dumont rapporte que l'on a trouvé dans cette localité des filons de fer oligiste. Au sud du village, il y a d'anciennes exploitations

d'ardoises aimantifères ; c'est exactement ce qui a lieu dans l'Ardenne ; les ardoises de Deville sont aimantifères dans le voisinage des quartzites qui s'étendent depuis les dernières maisons de cette commune jusqu'au delà de Revin.

En remontant le cours de la Senne jusqu'à la hauteur de Quenast, on rencontre des schistes qui présentent des caractères plus ou moins ardoisiers, mais qui n'ont jamais pu être exploités, et que j'appellerai pour cette raison fausses ardoises ; enfin on arrive aux porphyres, si connus depuis qu'ils servent au pavage de Paris.

Frappé de ces analogies entre les roches primaires du Brabant et les quartzites et les ardoises de l'Ardenne, je me demandais pourquoi Dumont avait placé les premières dans le terrain dévonien (rhénan) et les secondes dans le terrain silurien (ardoisier). Je me souvins que dans une excursion que j'avais faite sur les bords du Rhin sous la direction de M. Hébert, nous avions vu aux environs d'Andernach des ardoises rangées par Dumont et par d'illustres géologues allemands dans le terrain dévonien inférieur. A cette occasion, notre savant professeur nous dit que ce n'était pas son opinion, et que les ardoises d'Andernach lui paraissaient siluriennes. Fort d'une telle opinion, je pensais qu'il devait en être de même des quartzites et des fausses ardoises du Brabant.

Au sud du massif porphyrique qui a bien un kilomètre de large, le loess cache les roches sous-jacentes ; mais en descendant vers Rebecq, à la Miette Gobart, on voit apparaître les schistes compactes, verdâtres, inclinés au N.-O., qui ont l'aspect minéralogique des schistes de Gembloux et sont probablement siluriens. Ils s'étendent jusqu'au delà de Rebecq-Rognou.

Au hameau de Clabecq, on rencontre des schistes noirs, subluisants, également siluriens. Dumont les place dans son système coblentzien, étage hundsrückien. Ils ont, en effet, beaucoup d'analogie avec certains schistes des environs de Manderscheid, dans l'Eifel, que Dumont considère aussi comme hundsrückien.

A la ferme de la haute Clabecq, on trouve des schistes argileux, grisâtres, pyritifères, puis à la ferme de la Tour des schistes ardoisiers. Ceux-ci ont une certaine étendue, et sont traversés auprès de la ferme Sainte-Catherine par un porphyre différent de celui de Quenast, quoique se rapportant à la même série d'éruption.

Au sud de ce point, on ne rencontre plus que des schistes grossiers, compactes, gris-bleuâtre, devenant verdâtres par altération à l'air, et présentant plusieurs filons de clivage ; ils sont exploités au village de Steinkerque pour faire des dalles. Je les rapporte, avec doute toutefois et d'après leurs caractères minéra-

logiques, au système gédinien de l'Ardenne. Enfin, près de l'église d'Horrues, on voit le terrain dévonien supérieur reposer en couches horizontales sur les tranches de ces schistes dont l'inclinaison est presque verticale.

Le Senne, rivière qui passe à Bruxelles, est formée de deux ruisseaux qui portent le même nom, et qui se réunissent à Tubise. C'est en remontant l'affluent occidental que j'ai fait la coupe ci-dessus. Le long de l'affluent oriental, on observerait des faits du même genre. Je crois inutile de les exposer ici ; on en trouvera le détail dans le mémoire que je vais publier sur les terrains primaires de la Belgique. Je dois cependant citer dans cette vallée de la Senne orientale une roche particulière : c'est un schiste grossier, se divisant par le clivage en parallélipipèdes obliques, et dans chacun de ces parallélipipèdes les éléments sont disposés en zones concentriques. On voit un rocher de cette nature devant le pont de Ronquières.

Passons maintenant à l'étude de la seule localité où l'on a jusqu'à cette heure trouvé des fossiles d'une manière bien authentique. C'est un peu au S. de Gembloux, au hameau de Grand-Manil. La roche est un schiste compacte, verdâtre, pyritifère, qui se trouve intercalé dans les roches siluriennes. J'y ai trouvé un *Trinucleus* que l'on peut rapporter à l'*ornatus*, un *Calymene* voisin de l'*incerta*, le *Leptæna depressa* et cinq espèces d'*Orthis*. Ces fossiles, et surtout le *Trinucleus*, sont caractéristiques de la division moyenne du silurien. M. Barrande, qui a eu l'obligeance d'examiner mes fossiles, a reconnu dans les *Orthis* des formes qu'il trouve dans sa faune seconde de Bohême.

Ce fait paléontologique, qui à lui seul n'eût peut-être pas suffi à tous les géologues pour retrancher ces couches du terrain rhénan, acquiert ici une importance beaucoup plus grande, puisqu'il vient corroborer des observations déduites uniquement de l'examen minéralogique des roches. De plus, comme des considérations minéralogiques nous ont conduit à rapprocher les quartzites et les fausses ardoises du Brabant des quartzites et des ardoises de l'Ardenne, nous devons admettre que les considérations paléontologiques tirées de la première contrée doivent aussi s'appliquer à la seconde dont l'âge silurien est ainsi mis hors de doute.

On voit, d'après ce qui précède, qu'il est possible de distinguer quatre assises dans l'ensemble de couches que Dumont avait désigné dans le Brabant sous le nom de terrain rhénan. Ce sont de bas en haut, en les désignant par les roches dominantes :

	Classification de Dumont.	Classification adoptée.
1° Quartzites.	Gédinien.	Silurien moyen.
2° Fausses ardoises, schistes subluisants et schistes à Calymène.	Gédinien et taunusien.	
3° Schistes argileux tendres, à plusieurs plans de division.	Gédinien et coblentzien.	Dévonien inférieur?
4° Quartzo-phyllade zonaire.	Coblentzien. . . .	

C'est plutôt une analogie, peut-être discutable, que des preuves certaines, qui m'a amené à ranger dans le terrain dévonien les assises 3 et 4. Si je me suis trompé, j'espère trouver mon excuse dans la difficulté de semblables études. En effet, dans le Brabant, en raison même du peu de profondeur des vallées, les roches primaires n'affleurent que de point en point, et souvent encore sont-elles cachées par la végétation. Le géologue ne possède alors, pour établir ses coupes, que des indications très difficiles à relier entre elles. C'est ainsi que je n'ai pu voir la superposition immédiate du dévonien sur le silurien ; cependant un tel document eût été précieux, quand on sait que dans l'Ardenne la stratification est discordante, et que d'ailleurs le silurien supérieur manque dans le Brabant comme dans ce dernier pays.

On comprend que dans les circonstances que je viens d'exposer il est impossible de calculer l'épaisseur des diverses assises. Si l'on supposait, comme j'ai dû le faire dans la coupe, qu'il n'y a pas de plissements, on arriverait pour l'ensemble de ces couches à l'épaisseur énorme de 10 kilomètres ; mais je crois que l'on approcherait davantage de la vérité, en réduisant considérablement ce chiffre.

M. le marquis de Raincourt lit la note suivante :

Note sur un gisement de la partie supérieure des sables moyens; par M. le marquis de Raincourt.

Depuis quelque temps les géologues s'occupant beaucoup de l'étude des terrains tertiaires, j'ai pensé qu'il était utile de faire connaître tout ce qui peut jeter quelques lumières sur la connaissance de la période du bassin de Paris. Des circonstances m'ayant mis à même d'explorer avec persévérance un gisement dans la partie supérieure des sables moyens, je viens offrir à la Société le résultat de mes observations.

A Verneuil, département de la Marne, des carrières ont été ouvertes pour l'extraction de grès employé au pavage. La partie supérieure de la coupe offre un certain nombre d'assises appartenant à l'étage des calcaires de Saint-Ouen ; cette coupe a été relevée par notre savant collègue M. Hébert; je m'abstiendrai donc d'en parler et passerai de suite aux étages du grès de Beauchamp.

Sous une couche de 50 centimètres environ de calcaire à *Cyrena deperdita*, se trouve une assise de sable blanc à *Cerithium tuberculosum*, pénétrée par des infiltrations de silice, qui ont formé quelques tubercules de grès de forme stalagmitique.

La première assise de grès dur, exploitée pour le pavage, a environ $1^m,25$ de puissance, et repose sur une stratification de sable désagrégé de 20 à 40 centimètres d'épaisseur; cette couche renferme un petit nombre d'espèces de fossiles, mais quelques-unes sont nouvelles. On y trouve la *Melania lactea*, la *Melania lævigata*, le *Cyclostoma mumia*, la *Patella Raincourti*, une Mélanie, n. s., et, je crois, le *Cerithium Brocchii*, la *Nucula deltoidea*, et une *Ostrea*, figurée, mais non encore décrite, dans le *Supplément à la description des coquilles fossiles des environs de Paris* de M. Deshayes. Cette *Ostrea* se trouvait avec abondance et quelquefois bivalve.

J'ai cru devoir donner ces détails, les fossiles paraissant disparaître de cette couche; car, dans trois explorations faites cette année, je n'ai pu recueillir que cinq à six valves isolées de l'*Ostrea*, et aucun exemplaire des autres espèces.

Cette stratification repose sur un second banc de grès, exploité aussi, et d'une puissance de $1^m,50$ à $1^m,60$; au-dessous de ce second banc, les sables reparaissent; je ne puis préciser leur épaisseur, n'ayant pas fait creuser à plus de 60 à 80 centimètres, les ouvriers de la carrière m'ayant assuré qu'ils avaient une grande puissance et ne contenaient aucun fossile. La partie supérieure de ces sables, de 30 centimètres environ, contient quelques rares fossiles : mais une petite couche de 16 à 12 centimètres, qui se trouve en dessous, en renferme un grand nombre, 299 espèces. La liste de ces fossiles pourra, je l'espère, intéresser ceux de nos collègues qui s'occupent plus particulièrement de l'étude des sables moyens. Un certain nombre d'espèces sont nouvelles ; nous les trouverons bientôt déterminées dans l'ouvrage de notre savant collègue M. Deshayes, à qui l'amélioration de sa santé a permis de reprendre avec activité la publication de cet important travail. En examinant la liste de ces fossiles, on verra qu'elle renferme

quelques espèces fort rares : je citerai, entre autres, la *Cardilia Michelini*, dont on ne connaissait jusqu'ici qu'un très petit nombre d'exemplaires ; il en a été trouvé dans cette localité au moins 40 valves ; mais malheureusement ces espèces deviennent de plus en plus rares, et quelques-unes disparaissent, je le crois.

C'est pour cette raison que j'ai cru devoir vous faire cette communication.

Liste des fossiles de Verneuil qui se trouvent dans ma collection.

Clavagella.
Teredo.
Gastrochena ampullaria, Desh.
Tubes de *Gastrochena ampullaria.*
Jouannetia Dutemplei, Desh.
Pholas elegans, Desh.
Solen gracilis, Sow.
— *obliquus*, Sow.
Cultellus fragilis, Defr.
Thracia.
Id.
Solemya Cuvieri, Desh.
Cardilia Michelini, Desh.
Siliqua angusta, Desh.
Mactra contradicta, Desh.
Crassatella trigonata, Lamk.
— *donacialis*, Desh.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Erycina dentiens, Desh.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Diplodonta striatina, Desh.
— *elliptica*, Desh.
— *bidens*, Desh.
— *consors?*, Desh.
Corbula complanata, Sow.
— *gallica*, Lamk.
— *pixidicula*, Desh.
— *striata*, Desh.
— *ficus*, Brand.
— *pisum*, Sow.
— *minuta*, Desh.
Neœra cochlearella, Desh.
Poromya, *Baudoni*, Desh.
Saxicava, n. s.
Venerupis oblonga, Desh.
— *striatina*, Desh.
Psammobia rudis, Desh.
— *nitida*, Desh.
— *papyracea*, Desh.
— n. s.
— n. s.
Sportella dubia, Desh.
— *anomala*, Desh.
— *mactromya*, Desh.
— *inæquilateralis*, Desh.
— n. s.
Tellina canaliculata, Edw.
— *exclusa*, Desh.
— *lunulata*, Desh.
— *rostralis*, Lamk.
— *lamellosa*, Desh.
— *subrotunda*, Desh.
Lucina gibbosula, Lamk.
— *Rigaultiana*, Desh.
— *ermenonvillensis*, d'Orb.
— *saxorum*, Lamk.
— *elegans*, Desh.
— *sublobata*, Desh.
— *Mayeri?*, Desh.
— *albella*, Lamk.
— n. s.
Donax nitida, Lamk.
— *auversiensis*, Desh.
— *lanceolata*, Desh.
Lutetia parisiensis, Desh.
Cyrena ovalina, Desh.
— *oblonga.*
— *crassa*, Desh.
— *deperdita*, Desh.
Tapes parisiensis?, Desh.

Cytherea lævigata, Lamk.
— *ovalina*, Desb.
— *lunularia*, Desh.
— *rustica*, Desh.
— *elegans*, Lamk.
— *striatula*, Desh.
— n. s.
Venus solida, Desh.
— *obliqua*, Lamk.
Venericardia oblonga.
— *planicostata*, Lamk.
Cardita caumontiensis, Desh.
— *divergens*, Desh.
— *sulcata*.
— *aspera*, Lamk.
— n. s.
Cardium venustum, Desh.
— *discor*, Lamk.
— *porulosum*, Lamk
— *parile*, Desh.
— *obliquum*, Lamk.
— *impeditum*, Desh.
— *granulosum*, Lamk.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Cypricardia obducta, Desh.
— n. s.
— n. s.
Arca irregularis, Desh.
— *biangula*, Lamk.
— *minuata*, Desh.
— *rudis*, Desh.
— *hyantula*, Desh.
— *planicosta*, Desh.
— *aviculina*, Desh.
— *cylindracea*, Desh.
— *scapulina*, Lamk.
— *lævigata*, Caillat.
— *obliquaria*, Desh.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Pectunculus depressus, Desh.
Pectunculus subangulatus, Desh.
Nucula capillacea, Desh.
— *deltoidea*, Lamk.
— *fragilis*, Desh.
— *lunulata*, Desh.
Trigonocœlia cancellata, Desh.
Leda incrassata.
Goodhalia obscura.
— *milliaria*, Desh.
Chama sulcata, Desh.
— *rusticula*, Desh.
Modiola cordata, Lamk.
— n. s.
Mytilus, n. s.
Pinna margaritacea, Lamk.
Pecten, n. s.
Spondylus, n. s.
Ostrea lamellaris, Defr.
— n. s.
— n. s.
Anomia.
Siphonaria, n. s.
Patella Raincourti, Desh.
Emarginula clathrata, Desh.
Parmophorus elongatus, Lamk.
— n. s.
Dentalium coarctatum, Lamk.
— *multistriatum*, Desh.
— *acuticostata*, Desh.
— *brevifissurum*, Desh.
Pileopsis cornu-copiæ, Lamk.
Caliptræa trochiformis, Lamk.
Bullæa, n. s.
Bulla cylindrica, Brug.
— *cylindroides*, Desh.
Bulimus, n. s.
Auricula ovata, Lamk.
Cyclostoma mumia, Lamk.
Planorbis rotundatus, Brug.
Lymnæa arenularia, Brard.
— n. s.
— n. s.
Eulima, n. s.
Melania lævigata, Desh.
— *hordacea*, Lamk.
— *decussata*, Desh.
— *lactea*, Lamk.
— n. s.

Melania, n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Rissoa buccinalis, Desh.
— *cochlearella*, Lamk.
Diastoma, n. s.
Keilostoma marginata, Desh.
Skenea hordeola.
Odostomia, n. s.
Lacuna, n. s.
Paludina microstoma.
— *conica*.
Nerita angistoma, Desh.
Neritopsis, n. s.
Natica cepacea, Lamk.
— *mutabilis*, Desh.
— *epiglottina*, Lamk.
— *lineolata*, Desh.
Turbonilla acicula.
— n. s.
— n. s.
Tornatella inflata.
Pyramidella terebellata, Lamk.
Scalaria multilamella, Bast.
Delphinula striata, Lamk.
— *callifera*, Lamk.
— *spiruloides*.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Trochus patellatus, Desh.
— *agglutinans*, Lamk.
— n. s.
Turbo lævigatus, Desh.
— *bicarinatus*, Desh.
— *tricostatus*, Desh.
— *planorbularis*, Desh.
— n. s.
Phasianella turbinoides, Lamk.
Littorina, n. s.
— n. s.
Turritella imbricataria, Lamk.
— *sulcifera*, Desh.
— *Raincourti*, Desh.
— *funiculosa*, Desh.
Cerithium tuberculosum, Lamk.
Cerithium angustum, Desh.
— *scalaroides*, Desh.
— *Brocchii*, Desh.
— *marginatum*. Desh.
— *nodiferum ?*, Desh.
— *propinquum*, Desh.
— *coronatum*, Desh.
— *gibbosum*, Defr.
— *obliquatum*, Desh.
— *crenatulatum*, Desh.
— *mutabile*, Desh.
— *Bonnardi*, Desh.
— *lapidum*, Lamk.
— *incompletum*.
— *deperditum*.
— *subcanaliculatum* (var.), Desh.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Pleurotoma coronata.
— *ventricosa*, Lamk.
— *curvicosta*, Lamk.
— *turella*, Lamk.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
— n. s.
Triforis plicatus, Desh.
Cancellaria evulsa, Sow.
— *fasciolaria*, n. s.
Fusus subcarinatus, Lamk.
— *ficulneus*, Lamk.
— *minax*, Lamk.
— *minutus*, Lamk.
— *aciculatus*, Lamk.
— n. s.
— n. s.
Pyrula lævigata, Lamk.

Pyrula nexilis, Lamk.
Murex distans, Desh.
— *crispus*, Lamk.
— *tubifer*, Brug.
— *frondosus*, Lam.
Rostellaria fissurella, Lamk.
Cassidaria carinata, Lamk.
Buccinum Andræi, Bast.
— n. s.
Terebra plicatula, Lamk.
Mitra fusellina, Lamk.
— n. s.
Voluta digitalina, Lamk.
— *turgidula*, Desh.
Marginella eburnea, Lamk.
— *marginata*.
Cypræa Lamarckii, Desh.
Oliva Branderi, Sow.
Ancillaria.
Lamna elegans, Agass.
— indét.
Spatangus grignonensis, Agass.
Scutellina placentula, Agass.
Oculites margaritacea, Lamk.
Uteria encrinella, Michelin.
Serpula.
Polytripa.
Astrea bellula, Michelin.
— *Ameliana*, Defr.
Porites Deshayesiana, Michelin.
Axopora soladeri.
Turbinolia semigranosa.
— indét.
Palmipora Solanderi.
Oculina conferta.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Raulin :

Note sur les Almyros de la Crète; par M. V. Raulin.

Un phénomène très remarquable dans l'île est celui des immenses sources saumâtres, désignées sous le nom d'*Almyros*, qui existent à plus d'un kilomètre de la plage et à une faible distance au-dessus du niveau de la mer. Elles sortent des calcaires compactes crétacés, non loin des terrains talqueux, et leur température est de 15 à 16 degrés en été et en automne, 2 à 3 degrés au-dessous de la température du sol, qui est de 18 degrés au niveau de la mer.

Elles rentrent ainsi dans la catégorie des sources froides anormales. Les pluies et les fontes de neige les font considérablement grossir; aussi, leur salure, forte en été, diminue-t-elle assez pour que l'eau devienne potable en hiver et au printemps.

L'une d'elles, située à 13 mètres d'altitude, est à l'angle S.-O. du golfe de l'Almyros, à l'O. de Retimo; elle donne naissance à un gros ruisseau de 1 à 2 kilomètres de longueur, qui traverse une plaine marécageuse et atteint la mer au voisinage de petits îlots; je l'ai visitée le 4 juin et le 13 octobre 1845. Les eaux, qui étaient la première fois à la température de 15 degrés, renferment des Néritines et de petites Paludines, et forment un courant qui se déverse dans le Boutaka avant d'atteindre la mer, et qui faisait tourner des moulins dans le XVIe siècle; du fond s'élèvent continuellement

des bulles gazeuses, qui, en crevant, produisent un bruit qui s'entend quelquefois de loin. La seconde fois, les eaux aussi abondantes, n'abaissèrent mon thermomètre qu'à 15°,6; une digue en pierre forme, à 13 mètres au-dessus du niveau de la mer, un bassin envahi par les herbes aquatiques, et peu profond sans doute; le gros ruisseau qui s'en échappe met en mouvement des moulins sur deux points au moins avant d'atteindre la mer.

Une seconde est placée à une altitude analogue, dans l'angle S.-O. du golfe de Candie; je l'ai visitée le 3 octobre; la source, dans une excavation, à la base d'une haute montagne de calcaire noirâtre, offre un bassin de 80 mètres environ de diamètre, très profond, car le centre est dépourvu d'herbes aquatiques; il en sort une véritable rivière qui fait tourner quelques misérables moulins situés sur un barrage. L'eau, qui était assez salée, abaissa mon thermomètre à 16 degrés; les meuniers disent qu'en hiver elle devient potable par suite d'une diminution de salure, ce qui était confirmé par l'observation que fit M. Pashley, le 10 mars 1834, qu'elle était fort bonne à boire. Je n'y vis aucun poisson ou anguille, mais ils étaient, ainsi que les crustacés, si abondants autrefois, que les auteurs vénitiens du XVIe siècle disent que la pêche s'affermait à l'encan. D'après M. Pashley, les habitants croient que les eaux viennent de 25 kilomètres, des montagnes de Mylopotamo; déjà, en 1422, Buondelmonti disait que c'étaient celles des montagnes des alentours de Haghios-Gheorghiou-Kamæristis, qui se perdent dans un gouffre situé à l'E. de ce monastère. Une source d'eau douce, située sur le bord de la petite rivière, marquait 20°,3.

Enfin Sieber (*Reise nach der Inseln Kreta*, t. I, p. 297) parle d'une troisième qui existerait sur le golfe de Mirabello, vers Kritsa; elle jaillit en bouillonnant de trois orifices, et forme une rivière qui atteint la mer après un cours de 80 pas; l'eau est salée, amère, et on l'emploie comme purgatif; je ne l'ai pas vue et je n'en ai même pas entendu parler sur les lieux.

Relativement à l'origine des Almyros, après la supposition de Buondelmont en 1422, vers le milieu du XVIIe siècle, Boschini, plus frappé sans doute de la salure, les considérait comme formés tous deux par la mer qui, par des canaux souterrains, venait sortir un peu au-dessus de son niveau. La température basse des eaux démontre bien clairement qu'ils appartiennent à la catégorie des sources froides anormales et que leurs réservoirs sont situés au moins, pour celui de Retimo, à 600 mètres d'altitude, et pour celui de Candie à 400 mètres. Il m'est donc impossible d'admettre

pour la Crète, comme M. Virlet pour la Morée (*Expéd. scient., Géologie*, p. 313-314), « entre le phénomène des eaux thermales et minérales, les phénomènes volcaniques proprement dits (de l'Archipel), des rapports tels qu'on ne peut les séparer les uns des autres, et qui prouvent que la cause qui produit les uns produit aussi les autres. » Le seul doute possible est relatif à la salure, qui est due soit à des masses de sel gemme renfermées dans le sol, soit aux eaux de la mer, dont quelques portions, par suite de circonstances particulières, seraient amenées à une douzaine de mètres au-dessus du niveau ordinaire.

Les essais que je viens de faire avec M. Baudrimont, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Bordeaux, sur les eaux que j'ai rapportées des deux Almyros, infirment la dernière hypothèse au profit de la première; en effet, la proportion relative beaucoup moins considérable des sulfates et l'absence de la magnésie établissent qu'elles ne sont pas celles de la mer étendues d'une plus ou moins grande quantité d'eau pluviale, suivant les saisons. La salure de ces sources me paraît évidemment due à des masses de sel gemme situées dans le sol sur le trajet des courants souterrains dont elles sont les Kephalovrysis; la présence des sulfates de chaux et de soude dans les mêmes rapports que dans la glaubérite, qui se trouve toujours dans les gîtes salifères, vient confirmer cette opinion et appuyer celle qu'il ne serait pas impossible que l'on pût exploiter quelque jour du sel gemme dans les montagnes de la Crète.

L'eau de Retimo a été recueillie le 4 juin, à la fin de la saison pluviale, alors que, théoriquement, elle devait renfermer le moins de matières salines; celle de Candie l'a été le 3 octobre dans les conditions opposées. Leurs densités à 16°,5, comparées à celle de l'eau pure, sont les suivantes :

Eau de l'Almyros de Retimo (4 juin). . .	1,00167
Eau de l'Almyros de Candie (3 octobre). .	1,00681
Densité de l'eau de la Méditerranée à 21°.	1,02580

Pour la teneur en matières salines, 100 grammes de ces diverses eaux donnent les résidus suivants :

Eau de l'Almyros de Retimo.	0gr,170
Eau de l'Almyros de Candie.	0 ,990
L'eau de la Méditerranée.	3 ,765

L'eau de l'Almyros de Candie, la plus chargée de matières salines, paraît ainsi composée :

Eau	99,0100
Chlorure de sodium	0,8385
Sulfate de soude anhydre	0,0650
Sulfate de chaux anhydre	0,0625
Silice	0,0240
Total	100,0000

L'eau de l'Almyros de Retimo paraît contenir un peu plus de chaux.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray:

Note sur la composition géologique du sol des environs de Mâcon, et calcul des dénudations qui se sont opérées dans cette contrée ; par M. Th. Ébray.

J'ai établi que les dénudations ont atteint des puissances de 600 mètres dans le département de la Nièvre (1), de 400 mètres dans celui du Cher, de 3 à 400 aux environs de Lyon (2) ; je continuerai à donner la démonstration de ce grand phénomène et j'examinerai aujourd'hui les dénudations qui se sont opérées aux environs de Mâcon.

Si je crois qu'il est essentiel de prouver que les phénomènes diluviens sont appliquables, avec la puissance que j'ai indiquée, à la France entière, c'est que l'examen des dénudations est de la plus haute importance en ce qui concerne les conséquences que l'on peut en tirer au point de vue de l'établissement de l'âge des dislocations.

Comme je l'ai indiqué dans un autre travail, la présence ou l'absence de tel ou tel étage sur les protubérances ne peut plus être invoquée comme caractère chronologique, en présence de l'énormité de ces dénudations.

Pour établir leur puissance minima, il faut déterminer d'abord la succession et l'épaisseur des étages.

Étude de la succession des étages des environs de Mâcon.

MM. Berthaud et Thombeck ont déjà prouvé que, contraire-

(1) *Bull.*, 2e série, t. XVI.
(2) *Compte rendu de la réunion extraordinaire à Lyon.*

ment à l'opinion émise par M. Manès (1), les environs de Mâcon offrent une série assez régulière des terrains jurassiques; cependant, quoique ces premiers géologues aient eu le mérite de montrer dans son ensemble la succession réelle des couches et la nature véritable des formations, leur travail n'est pas assez détaillé pour me permettre de calculer avec une certaine exactitude la dénivellation des failles. J'ai donc l'honneur de présenter, sur la composition des terrains des environs de Mâcon, un travail assez détaillé, et je tâcherai d'en augmenter l'intérêt, en établissant des comparaisons avec les couches de la Nièvre et du Lyonnais (2).

Du Trias.

Les couches les plus anciennes qui reposent sur les roches cristallisées paraissent appartenir au trias. Le dernier terrain est venu se déposer sur ces roches déjà consolidées; des cataclysmes postérieurs au terrain jurassique et à la craie ont donné aux couches des inclinaisons qui, au premier abord, font croire que les roches primitives, sur lesquelles les terrains sédimentaires reposent, ont fait irruption à une époque plus récente.

Les premières couches du trias ne sont que des arkoses assez grossières à *Calamites arenaceus;* on peut les assimiler aux grès bigarrés; au-dessus se développe un petit système calcaire très constant que j'ai retrouvé dans la Nièvre et le Lyonnais; puis apparaissent de nouvelles arkoses plus fines, au-dessus desquelles se trouvent les marnes irisées qui terminent le trias.

Quoiqu'il soit bien difficile d'assimiler ces couches avec certitude à tel ou tel système qui se développe dans les localités où ces terrains sont bien apparents, on peut supposer, jusqu'à preuve du contraire, que le petit système calcaire représente le muschelkalk; les arkoses supérieures à ce système et les marnes irisées représenteraient alors le keuper.

Les arkoses et les bancs calcaires ont une épaisseur de 30 mètres environ; les marnes irisées apparaissent souvent au fond des vallées où la végétation empêche de bien apprécier la longueur de

---

(1) *Statistique minéralogique de Saône-et-Loire*, par M. Manès, ingénieur en chef des mines.

(2) J'exprime ici mes remercîments à notre zélé confrère M. de Ferry, pour avoir fait exécuter des fouilles destinées à vérifier ma manière de voir sur certains points obscurs, et pour m'avoir si gracieusement accompagné dans toutes mes courses.

l'affleurement, circonstance qui ne permet pas de calculer la puissance ; on sait d'ailleurs à quelles variations sont soumis les systèmes argileux et à quelles erreurs on s'expose en calculant ces massifs au moyen de données superficielles. L'épaisseur des marnes traversées par le puits d'extraction de gypse, aux environs de Bussières, fait supposer que cette partie supérieure du keuper a environ 30 mètres de puissance.

Infra-lias et lias.

Sur les marnes irisées reposent quelques couches très minces de grès à grains fins qui rappellent les grès de Saint-Révérien (Nièvre); puis viennent des traces d'argiles vertes avec calcaires caverneux subordonnés et poudingues. (Cette dernière disposition peut se voir dans une petite carrière au bord de la route de Saint-Sorlin à Mâcon). Au-dessus se développent les calcaires à Gryphées arquées qui débutent par des bancs assez épais et souvent peu fossilifères.

Quoique l'ensemble de la disposition de ces couches concorde assez bien avec ce que j'ai observé dans la Nièvre, je suis cependant obligé de reconnaître que dans les environs de Mâcon les divisions ne sont pas nettement séparées les unes des autres. Ainsi l'argile verte, le calcaire caverneux et les poudingues font ici un tout indivisible, tandis que nous savons qu'à Thoussy (Nièvre) ces couches sont parfaitement distinctes et tranchées.

Les affleurements donnent pour l'infra-lias une épaisseur de 10 à 15 mètres.

Le calcaire à Gryphées arquées présente son caractère habituel ; sa puissance ne dépasse pas 30 à 35 mètres.

Le lias moyen débute par des bancs solides à *Belemnites clavatus*, *umbilicatus*, associés à quelques *B. niger*, au-dessus desquels se remarquent des argiles peu fossilifères, surmontées elles-mêmes de bancs à *Gryphæa cymbium* et à *Belemnites niger*.

L'épaisseur du lias moyen est d'au moins 40 mètres.

Une puissance à peu près semblable doit être attribuée aux argiles bleues ou grises qui reposent sur le lias moyen et qui constituent le lias supérieur. La partie supérieure de cet étage est parfaitement délimitée par la culture de la vigne qui ne s'étend pas sur le calcaire à Entroques.

Système oolithique inférieur.

Comme aux environs de Lyon, l'oolithe inférieure débute par

une couche peu épaisse contenant des fucoïdes ; elle supporte le grand massif du calcaire à Entroques. Les strates bajociennes s'affaissent vers la Saône, en donnant naissance à de grands escarpements dont les faces sauvages sont tournées vers les massifs primitifs.

Un calcaire à polypiers, dépôt essentiellement accidentel aux environs de Mâcon, repose sur le calcaire à Entroques, et supporte un petit cordon ferrugineux qui ici remplace l'oolithe ferrugineuse inférieure de la Nièvre et du Lyonnais.

En prenant pour base les nombreux escarpements de calcaires à Entroques, on est conduit à admettre, pour la partie inférieure du système oolithique inférieur, une épaisseur de 65 mètres.

Au-dessus du cordon ferrugineux s'observe le ciret (terre à foulon) ; mais ce terrain ne se présente pas aux environs de Mâcon avec l'aspect du ciret de Lyon ; les fossiles sont les mêmes que ceux que l'on remarque dans cette dernière localité (*Ammonites Parkinsoni*, *Belemnites sulcatus*, *Ammonites Humphriesianus*). M. de Ferry a en outre rencontré dans ces assises *Ammonites Truellei*, *Ostrea acuminata*.

A la base du ciret se remarque un calcaire sableux. Peu à peu ces couches deviennent plus compactes et plus calcaires. Ce terrain, qui aux environs de Lyon n'a guère que 3 à 4 mètres d'épaisseur, supporte une couche très fossilifère contenant parfois des oolithes ferrugineuses, et qui peut facilement s'étudier aux environs de Bussières (montagne du Vergisson).

Parmi les fossiles contenus dans cette dernière couche, on peut citer : *Collyrites ringens*, *Ammonites Parkinsoni*, *Mytilus asper*, *Ammonites discus*. C'est ici que l'*A. bullatus* prend naissance ; mais on ne la rencontre que très rarement ; l'*A. Parkinsoni* ne dépasse pas cet horizon.

Au-dessus de cette couche fossilifère viennent des calcaires marneux avec *Ammonites arbustigerus*, *bullatus* ; puis apparaissent des couches dures dont la partie supérieure a été perforée, et qui supportent une nouvelle couche fossilifère qui permet de recueillir une grande quantité de *Collyrites analis* (*bicordatus*), *Pygurus depressus*, *Ammonites discus*, *Rhynchonella spinosa*, *Mytilus Sowerbyanus*, *Ammonites linguiferus*, *Pholadomya Vezelayi*, etc.

Un puissant système de calcaires fissiles et marneux se poursuit jusqu'aux dernières couches bathoniennes représentées par un petit système de bancs à cassure sublamellaire dont la surface est couverte d'Huîtres et de Serpules.

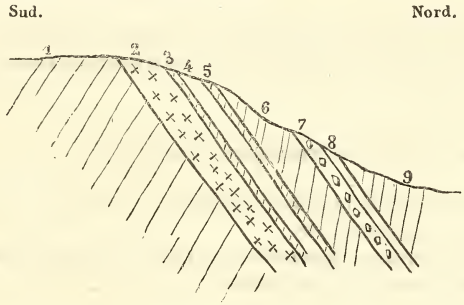
La *Pholadomya Vezelayi*, qui s'arrête dans la Nièvre au-dessous

des bancs de la grande oolithe (oolithe de Minchinhampton), s'observe aux environs de Mâcon jusqu'à la base des bancs sublamellaires, et se propage par conséquent, pour ainsi dire, dans tout l'étage bathonien. Si, dans la Nièvre et l'Yonne, les eaux qui déposaient les oolithes ne contiennent pas de Pholadomyes, c'est qu'il y a lieu de supposer que le milieu n'était pas propice à la propagation de cette espèce qui a vécu plus longtemps dans le département de Saône-et-Loire.

En prenant pour base les affleurements que l'on observe à la montagne du Vergisson (fig. 1), on obtient, pour l'épaisseur des strates situées entre la partie supérieure du ciret et la couche à *Collyrites bicordatus* inclusivement, une épaisseur de 35 mètres.

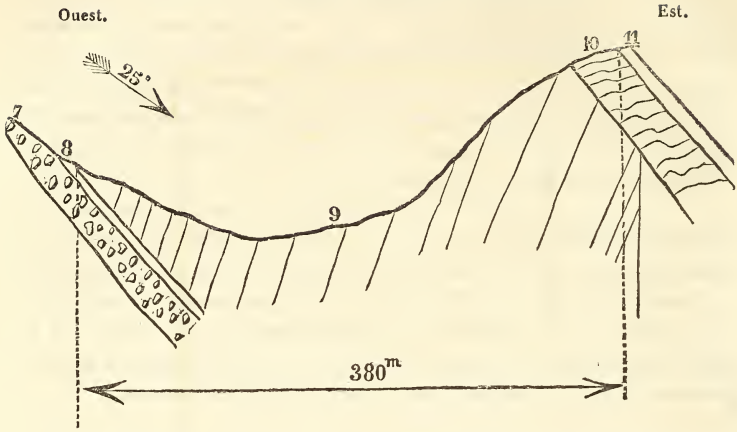
L'épaisseur des terrains situés entre cette dernière couche et la partie supérieure des bancs sublamellaires se calcule par le diagramme (fig. 2) qui donne une puissance de 120 mètres.

Fig. 1. — *Coupe de la montagne du Vergisson.*



1. Calcaire à Entroques. — 2. Calcaire à polypiers. — 3. Cordon ferrugineux. — 4. Calcaire sableux et ciret. — 5. Couche à *Collyrites rengens*. — 6. Calcaire à *Ammonites bullatus*. — 7. Calcaires durs et perforés. — 8. Couche à *Collyrites bicordatus*. — 9. Calcaires fissiles.

Fig. 2. — *Coupe du vallon de Salornay.*



7. Calcaires durs. — 8. Couche à *Collyrites ovalis*. — 9. Calcaires fissiles. — 10. Calcaires sublamellaires. — 11. Calcaires à *Ammonites macrocephalus* (étage callovien).

L'épaisseur totale du système oolithique inférieur, y compris d'une part le calcaire à fucoïdes, d'autre part les bancs sublamellaires, est donc :

	Mètres.
Calcaire à Fucoïdes, Entroques et polypiers.	65
Ciret.	4
Couche fossilifère inférieure, marnes à *Ammonites bullatus*, calcaires durs.	35
Couche fossilifère supérieure, marnes et calcaires fissiles, bancs sublamellaires.	120
Total.	224

Le tableau suivant établit la concordance qui existe entre les couches de la Nièvre, celles du Lyonnais et celles de Saône-et-Loire :

Oolithe moyenne.

L'étage callovien commence par des calcaires marneux légèrement ferrugineux et contenant surtout l'*Ammonites macrocephalus*. Ces bancs ont une puissance de 2 à 3 mètres. Au-dessus viennent des argiles grises ou bleues avec bancs marneux subordonnés ; elles contiennent l'*A. anceps*, la *Terebratula Chauvigniana*. Au-dessus se développent des bancs calcaires légèrement marneux,

DESIGNATION DES ÉTAGES.		DÉPARTEMENT DE LA NIÈVRE.		DÉPARTEMENT DU RHONE.		DÉPARTEMENT DE SAONE-ET-LOIRE.	
		CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.	CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES.	CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.	CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES.	CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.	CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES.
TRIAS.	Grès bigarrés.	Grès bigarrés.	Sans fossiles.	Arkoses.	Sans fossiles.	Arkoses.	*Calamites arenaceus.*
	Muschelkalk	Banc calcaire.	Dito.	Banc calcaire.	Dito.	Banc calcaire.	Sans fossiles.
	Keuper.	Marnes, grès, arkoses.	Dito.	Grès, marnes.	Dito.	Arkoses, grès, marnes.	Dito.
INFRALIAS.		Grès.	Cardinies, *Pecten lugdunensis.*	Grès, calcaires à cassure conchoïdale, avec argiles subordonnées, macigno.	*Pecten lugdunensis.*	Grès, calcaire caverneux et macigno.	Sans fossiles.
		Argile verte.	Sans fossiles.				
		Macigno.	*Cardinia Morisii.*				
		Calcaire à cassure conchoïdale.	*Nautilus striatus.*				
LIAS.	Inférieur.	Calcaires bleus et durs.	Gryphées arquées.	Calcaires bleus et durs.	Gryphée arquée.	Calcaires bleus et durs.	Gryphée arquée.
	Moyen.	Calcaires sableux, calcaires marneux, argiles et calcaires.	*Amm. fimbriatus*, *Belemnites sulcatus*, *umbilicatus*, *Gryphæa cymbium.*	Calcaires argileux, argiles, calcaires argileux.	*Amm. fimbriatus*, *Belemnites niger.*	Calcaires argileux, argiles calcaires.	*Belemnites sulcatus*, *umbilicatus*, *niger*, *Gryphæa cymbium.*
	Supérieur.	Oolithe ferrugineuse, argiles, oolithe ferrugineuse.	*Amm. serpentinus*, *A. Walcotii*, *A. variabilis.*	Argiles, oolithes ferrugineuses.	*Amm. Walcotii*, *A. jurensis*, *variabilis.*	Argiles, oolithes ferrugineuses.	*Amm. jurensis*, *variabilis.*
SYSTÈME OOLITHIQUE INFÉRIEUR.	Calcaire à Entroques.	Calcaire ferrugineux.	Entroques.	Calcaire à Fucoïdes.	Fucoïdes.	Calcaire à Fucoïdes.	Fucoïdes.
		Calcaire à Entroques.	Dito.	Calcaire à Entroques.	Entroques.	Calcaire à Entroques.	Entroques.
		Oolithe ferrugineuse.	*Am. Humphriesanus*, *Brongnartii.*	Oolithe ferrugineuse.	*Amm. Parkinsoni.*	Calcaire à polypiers.	Polypiers.
						Cordon ferrugineux.	*Amm. Parkinsoni.*
	Terre à foulon.	Argile bleue et calcaire argileux.	*Amm. Parkinsoni.*	Bancs argilo-calcaires.	*A. Parkinsoni*, *Humphriesanus*, *Ancyloceras.*	Calcaire sableux.	*Ostrea acuminata.*
						Calcaire argileux.	*Am. Truellei.*
	Grande oolithe.	Couche très fossilifère, quelquefois à oolithes ferrugineuses.	*Amm. Parkinsoni*, *bullatus*, *Collyrites bicordatus* (*ovalis*), *Amm. arbustigerus.*	Couche ou cordon ferrugineux.	Sans fossiles.	Couche très fossilifère, parfois à oolithes ferrugineuses.	*Amm. Parkinsoni*, *A. bullatus* (très rare), *A. discus*, *Collyrites ringeas.*
		Calcaires blancs, jaunâtres, marneux.	*Pholadomya Vezelayi*, *Amm. bullatus*, *arbustigerus.*	Calcaires marneux.	*Amm. bullatus*, *arbustigerus.*	Calcaires marneux.	*Amm. bullatus.*
		Calcaires durs.	Peu de fossiles.	Calcaires oolithiques.	Sans fossiles.	Calcaires durs.	Sans fossiles.
		Couche très fossilifère.	*Terebratula digona*, *Pholadomya Vezelayi*, *A. subdiscus*, *Collyrites ovalis.*	(Oolithe d'Ancliff.)		Couche très fossilifère.	*Collyrites ovalis*, *Pygurus depressus*, *Amm. discus.*
		Calcaires marneux.	*Pholadomya Vezelayi*	Dito.	Dito.	Calcaires marneux.	*Pholadomya Vezelayi*
		Calcaires oolithiques (oolithe de Minchinhampton).	*Terebratula*, *Cardium.*	Recouverts par le terrain tertiaire.	Dito.	Calcaires sublamellaires.	Sans fossiles.

jaunâtres, avec *Ammonites coronatus* et *A. anceps* de grande taille. Enfin, cette série se termine par des couches très fossilifères à *A. athleta*, avec nombreuses Pholadomyes, et dans lesquelles commencent à se développer, mais seulement à la partie supérieure, des oolithes ferrugineuses. Les argiles ont au moins 20 mètres d'épaisseur ; les bancs marneux, dont le développement est plus apparent, ont une épaisseur à peu près égale. En ajoutant à ces chiffres la puissance de la partie supérieure de l'étage (6 à 7 mètres); on obtient, pour l'épaisseur totale de cette partie de l'oolithe moyenne, 55 à 60 mètres. L'ensemble de ces strates s'observe en descendant le chemin de Salornay à Mâcon.

Au-dessus des couches fossilifères à Pholadomyes et à *Ammonites athleta* affleurent les marnes bleues à *A. cordatus* (épaisseur, 15 mètres), puis se remarquent, en suivant toujours le même chemin, les calcaires oxfordiens avec *A. plicatilis* de grande taille et les marnes à spongiaires (1). L'épaisseur totale de l'étage oxfordien peut être estimée à 70 mètres.

Il est difficile de se rendre un compte exact de l'étage corallien ; je n'ai pu observer aux environs de Mâcon que les calcaires crayeux à *Rhynchonella variabilis* et à *Pinnigena Saussurii*, qui se trouvent partout ailleurs, surtout à la partie supérieure de l'étage.

J'admets pour la puissance de l'étage corallien un chiffre de 30 mètres qui doit être un minimum.

Oolithe supérieure.

L'oolithe supérieure se réduit au calcaire à Astartes, et peut-être existe-t-il sous le terrain tertiaire quelques traces de l'étage kimméridien proprement dit.

Le calcaire à Astartes débute par des couches assez épaisses à Ptérocères, à *Terebratula subsella*, à une petite Huître qui me paraît intermédiaire entre l'*Ostrea virgula* et l'*O. spiralis*, mais qui a été rapportée par plus d'un géologue à ce premier fossile.

Au-dessus viennent quelques couches contenant des oolithes de 1 à 2 mètres de diamètre, puis se remarquent des conglomérats calcaires.

---

(1) Les spongiaires prennent naissance dans la Nièvre presque immédiatement au-dessus des couches à *Ammonites cordatus*, et il s'ensuivrait que l'étage argovien et l'étage spongifère de certains auteurs seraient complémentaires l'un de l'autre. Il n'est donc pas possible de donner aux divisions locales le nom d'étage ; on ferait mieux de désigner ces divisions par couches à spongiaires, etc.

L'épaisseur totale du calcaire à Astartes est de 35 mètres environ.

Le tableau suivant donne la correspondance des couches du département de la Nièvre et de celui de Saône-et-Loire (1) :

DÉSIGNATION DES ÉTAGES.	DÉPARTEMENT DE LA NIÈVRE.		DÉPART. DE SAONE-ET-LOIRE.	
	CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.	CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES.	CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.	CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQ.
ÉTAGE CALLOVIEN.	Calcaires marneux, à oolithes ferrugineuses et bancs sublamellaires.	*Ammonites macrocephalus. Nucleolites, clunicularis, Holectypus depressus.*	Calcaire marneux, ferrugineux.	*Ammonites macrocephalus.*
	Argiles jaunes ou bleues, marnes.	Sans fossiles. . . .	Argiles bleues, avec bancs argileux.	*Ammon. anceps, Terebratula Chauviniana.*
	Calcaires marneux, blancs, jaunâtres.	*Ammonites anceps* et *A. coronatus.*	Calcaires marneux, blancs, jaunâtres.	*Ammon. anceps, A. coronatus.*
	Calcaires sableux, avec silex.	*Collyrites, Ammonites athleta,* Pholadomyes.	Calcaires avec oolithes ferrugineuses au sommet.	Pholadomyes, *A. athleta.*
ÉTAGE OXFORDIEN.	Calcaires marneux, à oolithes ferrugineuses.	*Ammonites cordatus, perarmatus.*	Argiles bleues à sulfure de fer.	*Ammonites cordatus, perarmatus.*
	Calcaires de construction, quelquefois marnes à spongiaires.	*Ammonites plicatilis* et spongiaires.	Calcaires marneux.	*Ammonites plicatilis.*
	Dito.	Dito.	Calcaires à spongiaires.	Spongiaires.
ÉTAGE CORALLIEN.	Calcaires oolithiques et marneux.	Dicérates, Nérinées, polypiers.	?	?
	Calcaires crayeux. .	*Terebratula insignis, Rhynchonella inconstans.*	Calcaires crayeux. .	*Rhynchonella inconstans.*
ÉTAGE KIMMÉRIDIEN.	Calcaires lithographiques.	*Pteroceras, Terebratula subsella.*	Calcaires lithographiques.	Ptérocères, *Terebratula subsella.*
	Calcaires oolithiques.	Grandes Nérinées. *Terebratula Leymerii.*	Calcaires oolithiques.	Grandes Nérinées.
	Brèches de calcaires lithographiques.	. . . . .	Brèches.	

(1) La similitude remarquable qui s'observe dans la succession des strates suffirait à elle seule pour indiquer que les mers du bassin anglo-parisien avaient de larges communications avec celles du bassin méditerranéen.

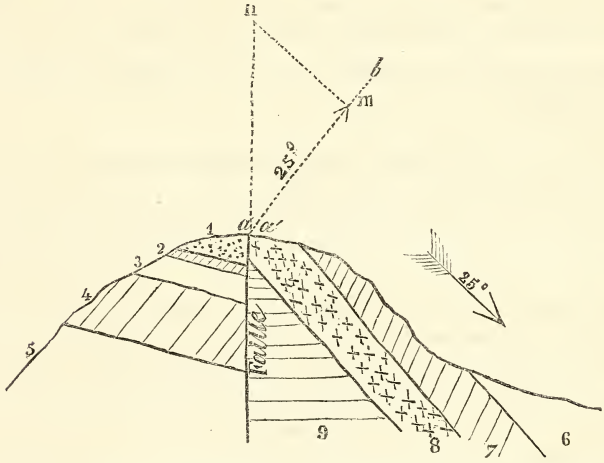
Terrain tertiaire.

Il existe sur les lèvres affaissées des failles des dépôts de silex englobés dans de l'argile blanche, jaune ou rouge. Les fossiles que j'ai recueillis dans ces silex, et qui consistent généralement en spongiaires, en échinodermes et en spondyles, caractérisent les étages sénonien et cénomanien.

Je rapporte ces résidus d'anciens courants à la formation géologique de l'argile plastique ; leur épaisseur est de 15 mètres.

Calcul des dénudations.

Nous pouvons maintenant calculer la dénivellation des lèvres des failles des environs de Mâcon ; j'examinerai le point de faille de Salornay.



1. Terrain tertiaire. — 2. Conglomérat. — 3. Calcaires oolithiques. — 4. Calcaires lithographiques. — 5. Corallien crayeux. — 6. Lias supérieur. — 7. Lias moyen. — 8. Lias supérieur. — 9. Marnes irisées et trias.

La dénivellation suivant la faille supposée verticale se calcule en prenant la distance qui sépare le point a de la lèvre affaissée, du point a' de la lèvre soulevée, en portant cette distance sur $a'b$ perpendiculaire à l'inclinaison des couches.

Puis on mène $m\,n$ parallèle à cette même inclinaison, et l'on obtient $a\,n$ qui représente l'escarpement théorique antédiluvien dont la puissance est donnée par

$$an = a'm \cos. 25°,$$

$a' m$ se compose :

	Mètres.
1° Lias à Gryphées arquées.	20
2° Lias moyen et lias supérieur.	80
3° Système oolithique inférieur.	220
4° Système oolithique moyen.	140
5° Système oolitique supérieur.	40
6° Terrain tertiaire.	15
Total.	515

d'où le minimum de la dénudation, ou

$$an = 515 \cos. 25°.$$

560 mètres environ.

M. de Verneuil donne lecture de la note suivante :

Sur l'existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique, par M. Casiano de Prado ; suivie de la *Description des fossiles*, par MM. de Verneuil et Barrande (Pl. VI, VII, VIII).

Lorsque j'ai publié ma carte géologique du territoire de Sabero, dans les montagnes de Léon, qui a été insérée dans le tome VII de la 2e série du *Bulletin de la Société géologique*, j'ai marqué comme terrain de transition tout le terrain que je croyais plus ancien que le carbonifère, parce que, quoique je n'y eusse trouvé que des fossiles dévoniens, je ne pouvais être sûr que, dans un pays aussi bouleversé par les révolutions du globe, on ne rencontrât un jour le terrain silurien. Plusieurs années s'écoulèrent pour moi dans cette incertitude ; je continuai mes recherches, et finis par découvrir quelques fossiles siluriens, notamment des Graptolithes, dans les ardoises associées aux quartzites et aux calcaires métamorphiques, qui occupent la partie occidentale de la province de Léon, et qui se prolongent dans la Galice, les Asturies et la province de Zamora. Cette contrée est assez éloignée de Sabero, et le terrain dévonien y manque.

C'est sur ces entrefaites, et justement quand je commençais à croire que le terrain silurien n'existait pas dans la partie de l'est, que je ramassai, dans un calcaire rougeâtre, placé au milieu de couches dévoniennes, deux fragments de trilobite, ressemblant à des formes siluriennes. Je communiquai à M. Barrande un de ces échantillons assez déformés, comme un *Calymene* trouvé dans le

terrain dévonien : convaincu par ses longues et persévérantes recherches que le genre Calymène ne dépasse pas la limite du terrain silurien, cet habile paléontologiste m'exprima son incrédulité.

Je m'attendais à ce jugement, mais je n'avais pas des idées aussi exclusives sur les limites des genres. Je venais de trouver peu de temps auparavant une tête et d'autres fragments de *Phacops latifrons*, ou d'une espèce très voisine, associée aux *Productus semireticulatus*, *punctatus*, *cora*, etc., dans le calcaire carbonifère de la province de Palencia, et je me figurais que si le genre *Phacops*, regardé jusqu'à présent comme silurien ou dévonien, se trouvait en Espagne dans le terrain carbonifère, le genre *Calymene* pourrait aussi peut-être passer du terrain silurien dans le dévonien.

Toutefois, je pensai qu'il fallait entreprendre de nouvelles recherches pour éclaircir cette anomalie, et voir si ce que j'appelais un Calymène se trouvait réellement avec d'autres fossiles dévoniens. Je commençai donc par fouiller dans les couches où les trilobites dévoniens abondent le plus, et je ne pus y recueillir que les genres *Harpes*, *Proctus*, *Acidaspis*, *Homalonotus*, *Bronteus*, *Dalmanites* et *Phacops*. Il fallait ensuite tâcher de voir s'il n'y aurait pas d'autres fossiles dans les couches où j'avais trouvé le prétendu *Calymene*. C'est ce que j'ai fait dans l'été de 1858, et je suis parvenu à y ramasser plusieurs espèces de trilobites brisées, deux *Orthis*, un *Obolus*, un *Capulus* et quelques autres fossiles nouveaux.

Dans le printemps de cette année, avant de partir pour la chaîne cantabrique, je communiquai mes échantillons à M. de Verneuil, qui pensait comme moi que dans la partie orientale de la province de Léon et des Asturies qu'il avait visitée, il n'y avait d'autres terrains paléozoïques que le dévonien et le carbonifère. M. de Verneuil emporta ces premiers échantillons à Paris pour les étudier avec M. Barrande. Malgré leur état fragmentaire, mes amis n'hésitèrent pas à y reconnaître plusieurs types de la faune primordiale.

Cette décision m'étonna d'autant plus qu'ayant découvert, ainsi que je viens de le dire, près des frontières de Galice, des ardoises avec des Graptolithes et d'autres fossiles de la faune seconde, je pensais naturellement que si la faune primordiale existait quelque part, ce devait être dans ces contrées occidentales, domaine des schistes argileux et micacés, plutôt que dans une région regardée comme entièrement dévonienne. La persuasion où j'étais me faisait voir des *Cheirurus* dans des fragments où MM. Barrande

et de Verneuil ont reconnu des glabelles de *Paradoxides*, et des *Calymenes* dans ce qu'ils rapportent à des *Conocephalites*. J'avais aussi trouvé, il est vrai, d'autres exemplaires de petits trilobites dont la glabelle, presque toujours lisse, est entourée d'un bord assez large. Elles me rappelaient bien une forme de la faune primordiale, mais ma prévention était si forte que je persistai dans les mêmes idées.

Je dois ajouter aussi que près des couches qui contiennent les nouveaux fossiles, j'ai trouvé des *Bilobites*, parfaitement identiques avec ceux que j'ai ramassés dans la Sierra-Morena et dans les montagnes de Madrid, et ici je les crois dévoniens. On dira peut-être que c'est trop de vouloir prolonger l'existence de ce genre jusqu'à l'époque dévonienne. Mais n'a-t-on pas voulu faire remonter dans les Alpes les fossiles végétaux de l'époque carbonifère jusqu'à celle du lias et même plus haut, et ce fait n'est-il pas un de ceux sur lesquels les plus grands géologues ne sont pas encore d'accord?

Parmi les fossiles nouvellement découverts que j'avais apportés l'année dernière à Madrid, et en les empaquetant, il s'en était glissé quelques-uns qui, indubitablement, étaient dévoniens. Il fallait vérifier ce fait, et c'est ce que j'ai fait cette année. Le résultat de ce travail a été que la faune primordiale se trouve sans mélange d'aucune espèce reconnue comme dévonienne. Ce fait est d'autant mieux établi que j'ai ramassé beaucoup plus d'échantillons.

Je n'ai pas pu suivre encore dans toute leur étendue les couches où se trouvent ces fossiles, mais, comme tout ce qui se rapporte à la faune primordiale appelle beaucoup l'attention dans ce moment, je me hâte de communiquer à la Société géologique mes premières et principales observations.

Cette faune si intéressante se trouve dans des bandes étroites, formées de couches de calcaire et de schiste rouges, qui se prolongent pendant plus de 100 kilomètres sur le versant sud de la chaîne cantabrique, depuis la rivière de l'Esla, qui passe à un kilomètre à l'est de Sabero, jusqu'aux sources du Sil, dont les eaux, unies à celles du Miño, se jettent dans la mer entre la Galice et le Portugal. Du côté de l'est, je n'ai reconnu que deux bandes qui sortent de dessous le terrain carbonifère et dévonien, 10 ou 12 kilomètres au nord de Sabero, et qui passent à l'est et à l'ouest de Corniero, l'une et l'autre à la distance d'un kilomètre à peu près. Le village de la Velilla, se trouve aussi entre les deux bandes. A partir de là, la bande du sud, que j'appellerai celle de Sabero,

se dirige vers Saelices et l'usine de Sabero, qu'on appelle aussi de San Blas, passe ensuite par Vozmediano et Adrados, et disparaît près de Voznuevo sous le terrain crétacé. L'autre bande passe à un kilomètre au nord de Vozmediano (et c'est là, si je ne me trompe, qu'elles se trouvent le plus près l'une de l'autre), puis atteignant Cerecedo, elle va se cacher près de Boñar au-dessous du terrain crétacé. Je la distinguerai sous le nom de bande de Boñar.

Il faut aller ensuite deux lieues à l'ouest pour retrouver sur la rive droite du Curuheño, près du pont et de l'auberge de Valdepielago, une de ces bandes, que je crois être celle de Sabero; par l'effet d'un plissement, elle affleure de nouveau, à 700 mètres à peu près au sud de ce point, sous l'église de la Mata de la Berbola. La même bande se présente plus loin à Vegacervera, village situé sur la rive droite du Jorio, limitée au sud par une bande très large de terrain carbonifère.

A 3 kilomètres au sud du Puerto de Pajares, près de Busdongo, dans la grande route qui va de Léon à Oviedo, on voit affleurer la bande de Boñar qui passe aussi par Carmenes et par Millaro, où j'en ai vu des indices. De l'autre côté de la Bernesga, elle se cache sous la terre végétale, et je n'ai pu la suivre encore. L'autre bande traverse la grande route et la Bernesga à Villamanin, situé 5 kilomètres plus au sud, et elle reparaît 250 mètres plus bas de la même manière qu'à la Mata de la Berbola.

A l'ouest de la Bernesga, le pays devient si difficile à parcourir, si rocailleux et si entrecoupé de ravins, que je n'ai vu encore ces bandes que dans un petit nombre de localités, savoir: à quelques kilomètres au nord de Geras, dans la petite rivière de Carbonera, qui s'unit à la Bernesga, près de la Pola de Gordon, sur la grande route de Léon à Oviedo; à Lancara de Babia et à Riolago, villages situés à 15 kilomètres l'un de l'autre sur les rives de la Luna. En allant de Villafeliz, près de Lancara de Babia, au puerto de Pajares, presque toujours par la ligne de séparation des Asturies et de la province de Léon, j'ai vu à quelques kilomètres sur ma droite une bande rouge très peu accessible, que je crois être celle de Busdongo, ou, ce qui est la même chose, celle de Boñar. Un peu à l'ouest du puerto de Somiedo, une autre bande pénètre dans les Asturies par une montagne, qu'on appelle El Cornon de Peñarubia, en se dirigeant vers le nord. J'ai des données pour croire qu'elle traverse cette province jusqu'à la mer. Lorsque ces bandes seront tracées avec quelque exactitude d'un côté et de l'autre de la chaîne cantabrique, ce sera un horizon

précieux pour se reconnaître au milieu de l'inextricable labyrinthe que forment tant de montagnes.

Maintenant je tâcherai de faire connaître ces bandes plus particulièrement et dans leurs rapports avec les couches au milieu desquelles elles se trouvent. Pour cela, je crois convenable de présenter, non une coupe partielle, mais une coupe générale de tous les terrains, dirigée du sud au nord et passant par Colle (Leon). L'échelle est le double de celle de ma carte du territoire de Sabero.

1. Diluvium de la plaine.

2. Terrain tertiaire qui, sur la ligne que suit la coupe, n'est pas à découvert, mais qui se voit près de là.

3. Terrain crétacé.

4. Terrain carbonifère.

5. Calcaire dévonien de la Collada de Llama avec des crinoïdes, des brachiopodes, des polypiers.

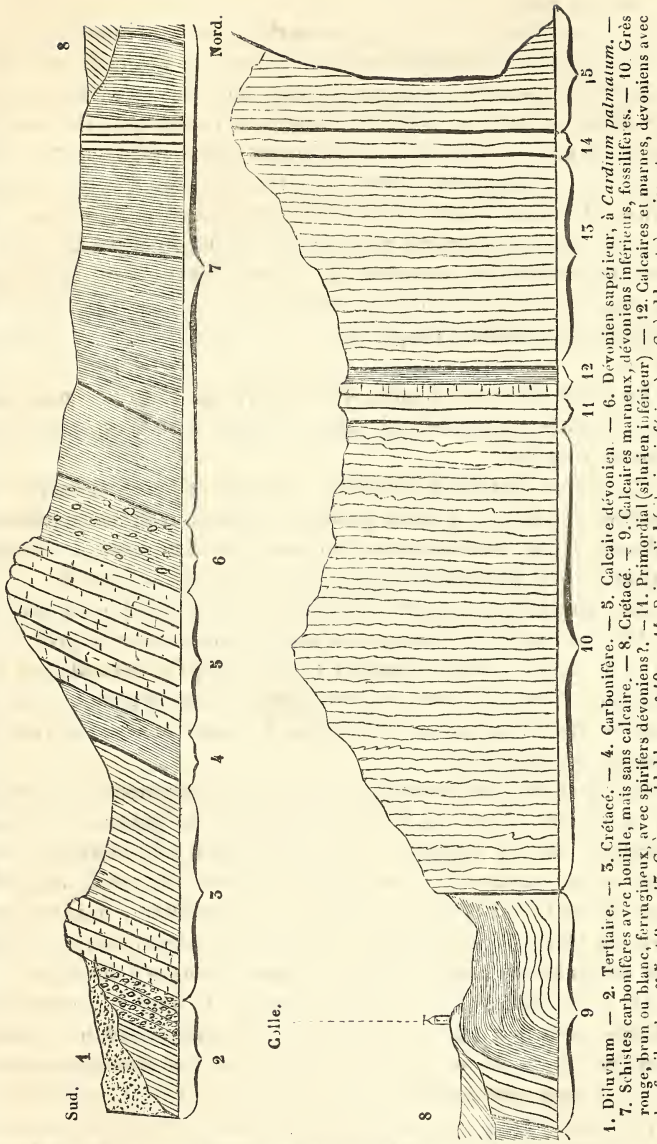
6. Marnes schisteuses avec *Cardium palmatum*, *Posidonomya Pargai*, une *Conularia* et quelques autres espèces assez rares qui se trouvent presque toujours dans de petits rognons ferrugineux. Il n'y a ni brachiopodes, ni crinoïdes. On peut considérer cette bande comme l'étage supérieur du terrain dévonien. On ne la voit dans aucun autre lieu de la chaîne cantabrique.

7. Terrain carbonifère.

8. Terrain crétacé avec Hippurites, en stratification discordante sur le terrain carbonifère et le terrain dévonien.

9. Bande dévonienne de Colle. A la partie supérieure, elle se compose de calcaires très riches en crinoïdes, dont certaines couches sont assez pénétrées de peroxyde de fer, pour qu'on s'en serve comme castine à l'usine de Sabero. Ces bancs reposent sur des marnes schisteuses brunâtres avec des rognons et de petits amas de calcaire très riches en fossiles, surtout en brachiopodes. Au-dessous de ces marnes sont encore des calcaires avec beaucoup de trilobites, dont quelques-uns ne se trouvent qu'à ce niveau.

10. Bande de grès. Il y en a de couleur rouge, brunâtre, blanc, blanc tacheté de rouge, et qui sont pénétrés de 30 et 40 pour 100 de peroxyde de fer. On les emploie à l'usine de Sabero comme minerai. Au milieu de ces couches, on en voit d'autres, presque toujours très minces, composées de schistes rouges et verts, ou plus rarement noirs. Dans cette bande, ou, pour mieux dire, dans sa prolongation, je n'ai vu d'autres fossiles que des fucoïdes, et dans sa partie moyenne deux Spirifers, que je n'avais pas encore trouvés dans ces montagnes. Ils ont un aspect dévonien et je les crois nouveaux. L'un, petit, ailé, avec cinq plis de chaque côté du bour-



Coupe des plaines de Castille, au centre de la chaîne cantabrique (province de Léon).

1. Diluvium — 2. Tertiaire. — 3. Crétacé. — 4. Carbonifère. — 5. Calcaire dévonien — 6. Dévonien supérieur, à *Cardium palmatum*. — 7. Schistes carbonifères avec houille, mais sans calcaire. — 8. Crétacé. — 9. Calcaires marneux, dévoniens inférieurs, fossilifères. — 10. Grès rouge, brun ou blanc, ferrugineux, avec spirifers dévoniens ?. — 11. Primordial (silurien inférieur) — 12. Calcaires et marnes, dévoniens avec les fossiles des nos 5 et 9. — 13. Grès semblable au no 10. — 14. Primordial (silurien inférieur). — Grès blanc très puissant.

relet central, a été trouvé à Aleje dans le grès ferrifère. Plus à l'ouest, à 50 kilomètres au moins de distance, à Los Barrios de Luna il est accompagné d'un autre Spirifer. Celui-ci est assez

grand, presque aussi haut que large et offre également cinq plis de chaque côté du bourrelet.

11. Première bande avec fossiles de la faune primordiale, celle du Sud, que j'ai appelée bande de Sabero. A Vozmediano, elle a près de 40 mètres de puissance (deux fois plus que dans d'autres localités), et est composée d'un calcaire rouge qui, du côté du nord, est un peu plus clair et en couches plus épaisses, et du côté du sud, de couleur plus foncée et en couches plus minces, séparées entre elles par d'autres lits de schistes également rouges. C'est surtout dans ces calcaires que se trouvent les fossiles. Le banc le plus méridional se compose de petites lentilles ou sphéroïdes alignés au milieu d'un grès friable, un peu argileux, finement stratifié, de couleur rouge, vert et noir, qui passe au grès du n° 10.

Au nord de cette bande, s'en trouve une autre à peu près de la même puissance, de calcaire blanc dolomitique plus ou moins cristallin.

12. Autre bande dévonienne, composée premièrement de couches de calcaire, puis de schistes marneux avec des rognons de calcaire. Cette bande contient un assez grand nombre de fossiles, qui sont à peu près les mêmes que ceux des bandes 5 et 9.

13. Bande de grès dont l'apparence est semblable au grès du n° 10, contenant également des couches puissantes de grès ferrifère ; je n'y ai trouvé d'autres fossiles jusqu'à présent que des Bilobites. C'est à Corniero et à Camplongo dans la grande route de Léon à Oviedo que je les ai recuillis. Le grès qui les renferme est presque un quartzite.

14. Seconde bande avec fossiles de la faune primordiale, séparée de la bande 13 par un banc très puissant de grès sans fossiles, grisâtre et un peu argileux. Cette bande est en tout identique avec la première, même dans ses fossiles. Du côté du nord, elle offre aussi plusieurs couches de calcaire non fossilifère, qui, au contact, est blanc et dolomitique, puis devient subsaccharoïde blanc, gris et quelquefois noir tacheté de blanc, comme à Riolago.

15. Grès blanc d'une grande puissance. Le terrain carbonifère affleure ensuite à plusieurs kilomètres de distance et se continue jusqu'aux Asturies; mais du côté de Pajares, il se trouve à un kilomètre à peu près seulement de la dernière bande primordiale. A Villamanin, à Lancara de Babia et à Vegacervera, l'autre bande primordiale touche immédiatement du côté du nord à une bande carbonifère. Au milieu du grès blanc dont je viens de parler, se trouvent à Arvas, près du Puerto de Pajares, quelques lits de

schiste noir, et à Busdongo, un calcaire de couleur jaunâtre au dehors et gris-bleuâtre au dedans.

Ce qui frappe le plus, c'est l'union intime que, sur une si grande étendue, les bandes primordiales conservent avec celles de grès qui les accompagnent toujours, de manière que lorsqu'on voit rougir le terrain dans une grande largeur, lorsqu'on trouve des grès ferrifères, on peut être presque sûr que les bandes à fossiles de la faune primordiale ne tarderont pas à se montrer. J'avais, jusqu'à présent, considéré ces grès, même les blancs, comme dévoniens, mais je commence à croire qu'il peut y en avoir de siluriens. J'ai toujours pensé que le peroxyde de fer était d'origine postérieure à la formation des deux terrains et même au redressement de leurs couches, qu'il avait plus ou moins pénétrées. C'est pour cela que, sans cesser d'être rouge, le grès contient des *Spirifer* et des Bilobites qui sont peut-être d'époques différentes.

Le grès blanc, quelquefois avec des couches de schiste noir et de calcaire, que l'on rencontre au nord de la bande primordiale de Boñar, quoiqu'il soit sans fossiles, pourrait correspondre à l'horizon de la faune seconde de M. Barrande, de même que le grès rouge avec des Bilobites placé entre cette bande et celle de Sabero. Peut-être que des recherches plus minutieuses feront trouver quelques fossiles animaux. J'ai peu d'espoir qu'on y arrive, et je crois que dans aucun autre lieu la faune primordiale ne se présente avec un caractère aussi marqué d'indépendance.

La coupe que je présente est peut-être la plus régulière et la plus complète qu'on puisse faire dans la chaîne cantabrique. Le terrain carbonifère, désigné sous le numéro 7, correspond à un bassin partiel, bien connu à Sabero. Il n'y existe pas de calcaire comme dans celui qui se trouve à deux lieues au nord, et qui se prolonge jusqu'aux Asturies, en formant les Picos de Europa et beaucoup d'autres montagnes très hautes.

Plus à l'ouest ou à l'est, notre coupe serait assez différente. Quelques étages ou, pour mieux dire, quelques bandes manqueraient; la puissance de chacune varierait, ainsi que l'inclinaison des couches. On verrait que les terrains tertiaire et cretacé sont renversés et plongent au nord vers le centre de la chaîne. Il y a même dans la province de Palencia une localité où la craie se trouve en couches presque horizontales au-dessous du terrain carbonifère. Les couches centrales de la bande primordiale de Boñar, près du Puerto de Pajares, sont verticales, tandis que celles du sud plongent au sud, et celles du nord plongent au nord. Pour ce qui est de la concordance de stratification dans les terrains anciens de la

chaîne, elle n'est quelquefois que apparente, et je dirai aussi qu'il y a des discordances qui réellement n'en sont pas. Ce sont des choses qu'on ne doit point oublier, en Espagne comme ailleurs, si l'on ne veut point tomber dans de graves erreurs.

Je pourrais faire d'autres observations sur cette coupe, mais je dois me borner à dire quelques mots sur la disposition des bandes primordiales.

Dans la grande route de Léon à Oviedo se présentent trois de ces bandes, comme je l'ai déjà dit. Du côté de l'Esla, il n'y en a que deux. On voit clairement que la bande de Valdepielago et celle de la Mata de la Berbola ne sont qu'une seule bande, celle de Sabero, qui a été plissée longitudinalement, et je dis longitudinalement, parce qu'il faut faire une différence entre ces plissements et ceux qui ont eu lieu dans le sens transversal sur des couches déjà redressées. C'est ce dont on voit des exemples remarquables près de Sabero. Très souvent, dans les terrains anciens de l'Espagne, il est assez difficile de savoir quel est le toit ou le mur d'une couche ou d'une série de couches. Ici il ne reste, je crois, aucun doute à cet égard. Les couches de calcaire dolomitique et

subsaccharoïde sans fossiles *a a*, fig. 2, forment le toit des couches à fossiles *e e*; et, d'un côté et de l'autre, le tout présente une disposition qui résulterait d'un plissement simple: *x* est l'église de la Mata de la Berbola et *z* l'auberge de Valdepielago.

Pourrait-on admettre un plissement identique par rapport aux bandes qu'on voit dans la coupe précédente? Cela ne se peut, parce que le toit et le mur se trouvent en sens contraire. Les couches *e'*,

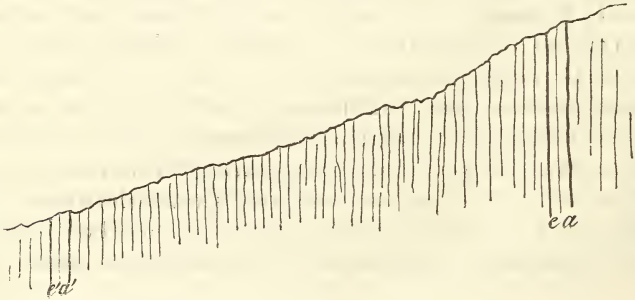


fig. 3, devraient occuper la place des couches a', et les couches a' celle de e'; ou, si l'on veut, les couches a devraient se trouver de l'autre côté des couches e. Toutefois, on ne peut s'empêcher de croire qu'il n'y a ici qu'une seule bande qui a été séparée en deux par un mouvement compliqué, accompagné d'une faille.

Ce qui m'a beaucoup frappé encore, c'est que près des deux bandes primordiales, et en en suivant tous les détours, on voit des îlots d'une roche plutonique verte. C'est une diorite qui, dans quelques points, présente aussi la couleur rouge du peroxyde de fer; ce minerai, qui semble être contemporain, pénètre dans les roches et constitue même des gisements plus ou moins riches. On pourrait croire que, lors du redressement de ces couches, il s'est produit comme une ligne de cheminées par où les matières plutoniques sont arrivées au jour.

Le véhicule qui apportait le peroxyde de fer devait être un liquide dont l'action, probablement, a contribué à produire l'état de décomposition et de dégradation où se trouvent les fossiles. Presque toutes les têtes des trilobites sont rongées et méconnaissables, et les articulations du thorax et du pygidium sont séparées et presque broyées dans la masse de la roche, ce que l'on observe aussi à Los Cortijos de Malagon dans les montagnes de Tolède, où je n'ai trouvé que des têtes d'*Ellipsocephalus*, tandis que les trilobites de la faune seconde, qui se rencontrent non loin de là, sont souvent entières.

Les grands trilobites sont ceux qui ont souffert le plus : je n'en ai pas recueilli un seul entier, et il faut de longues recherches pour trouver des échantillons déterminables, tant des grands que des petits. Si ces couches fossilifères étaient réduites à un petit espace comme celles de Los Cortijos de Malagon, peut-être n'aurait-on vu que quelques fragments douteux, et l'existence de la faune primordiale serait-elle encore restée longtemps inconnue.

Il semble que la destinée de cette faune, enfouie dans des couches si anciennes et si souvent cachées dans le sein de la terre, soit de n'être reconnue et établie que lentement et laborieusement. Plusieurs géologues ont ramassé des fossiles le long de la route de Léon à Oviedo, mais ils passaient à Villamanin et à Busdongo sans s'y arrêter. Moi aussi j'en avais recueilli beaucoup dans ces montagnes depuis 1845, mais j'étais aveugle pour ceux-ci. Même en Angleterre, ce pays classique pour la géologie, qui a été fouillé et étudié par une légion de géologues, parmi lesquels il y en a eu et il y en a encore d'éminents, ce n'est que dans ces dernières années qu'on est parvenu à reconnaître cette faune,

annoncée par M. Barrande. En France, on n'en connaît encore que des indices, signalés par de Verneuil, mais j'ai la ferme espérance qu'elle y sera trouvée, ainsi que dans d'autres régions où elle est encore inconnue.

Description des fossiles.

Paradoxides Pradoanus, n. sp., pl. VI, fig. 1-6.

Cette espèce nouvelle appartient au groupe des *Paradoxides* dont *P. Bohemicus* est le type, et qui se distingue par un pygidium exigu, par rapport à la surface du corps. La tête, considérée isolément, paraît identique avec celle de *P. spinosus*, de Bohême, parce qu'elle présente quatre paires de sillons latéraux, outre le sillon occipital. Parmi ces quatre paires, les deux qui sont vers l'arrière de la glabelle se rejoignent sur l'axe et forment ainsi deux rainures transverses, tandis que les deux paires antérieures restent isolées de chaque côté.

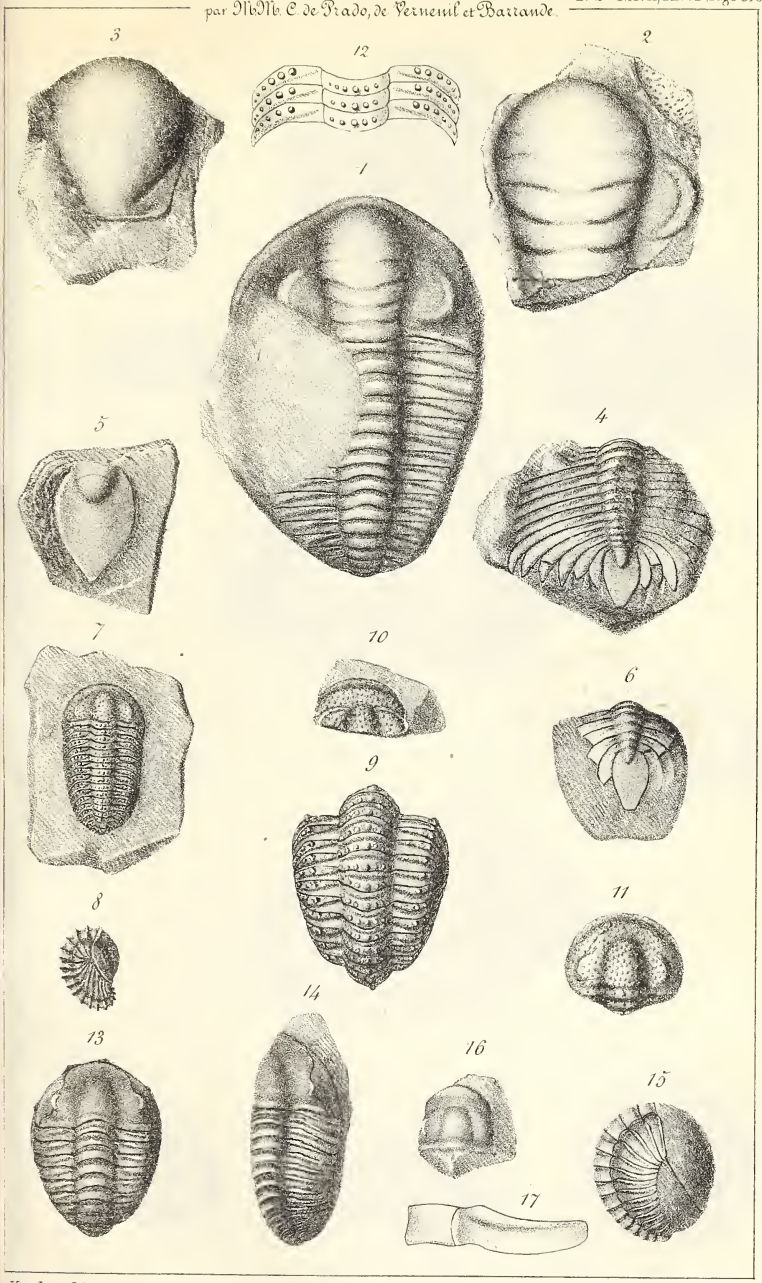
Le nombre des segments du thorax n'a pas pu être déterminé sur les exemplaires recueillis jusqu'à ce jour. La forme des plèvres figure un arc analogue à celui qu'on voit dans *P. Sacheri*, de Bohême.

Le pygidium présente le caractère spécifique le plus distinct, par sa surface plane, relativement très allongée, en arrière de l'axe. Son extrémité postérieure n'est pas intacte dans les spécimens connus, mais cependant elle semble figurer le sommet d'un triangle, sans bifurcation comparable à celle de *P. rugulosus*, de Bohême.

Localité. — Bande de calcaire rouge située au nord de Sabero et de Boñar (province de Léon).

Arionellus ceticephalus, Barr., pl. VI, fig. 13-17.

Les spécimens incomplets, recueillis jusqu'à ce jour, ne pourraient être distingués avec sécurité de l'espèce de Bohême, à laquelle nous les assimilons provisoirement. La forme de la tête, sa surface allongée au-devant de la glabelle, le cours de la suture, la position et la grandeur de l'œil, concourent également à indiquer cette identité. Nous en trouvons encore un autre indice dans la suture parallèle à l'axe du corps, qui se voit à la base de chacun des anneaux de l'axe thoracique. Le pygidium se montre aussi comme

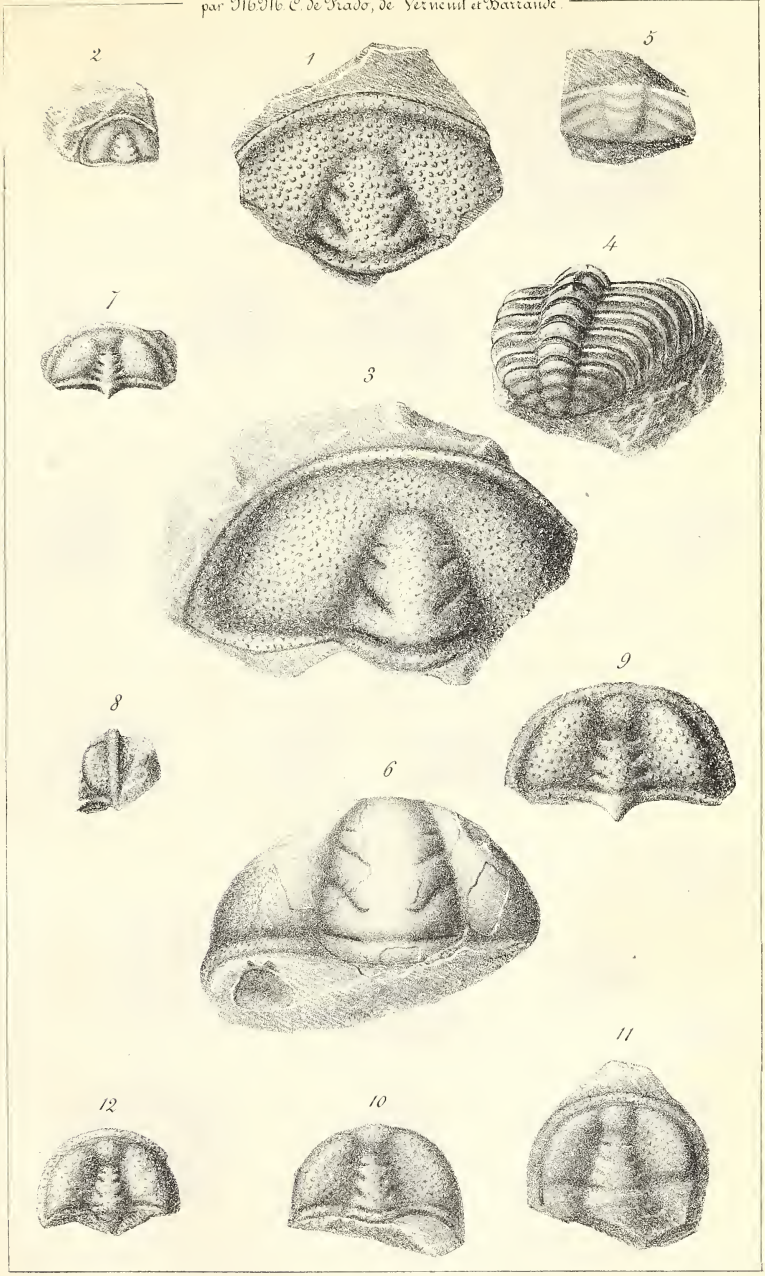


Humbert del. Lith. Becquet frères.

1 — 6. *Paradoxides Pradoanus. n. sp.*
7 — 12. *Conocephalites Ribeiro.*
13 — 17. *Arionellus ceticephalus.*

BRITISH MUSEUM
GEOLOGICAL
NATURAL HISTORY

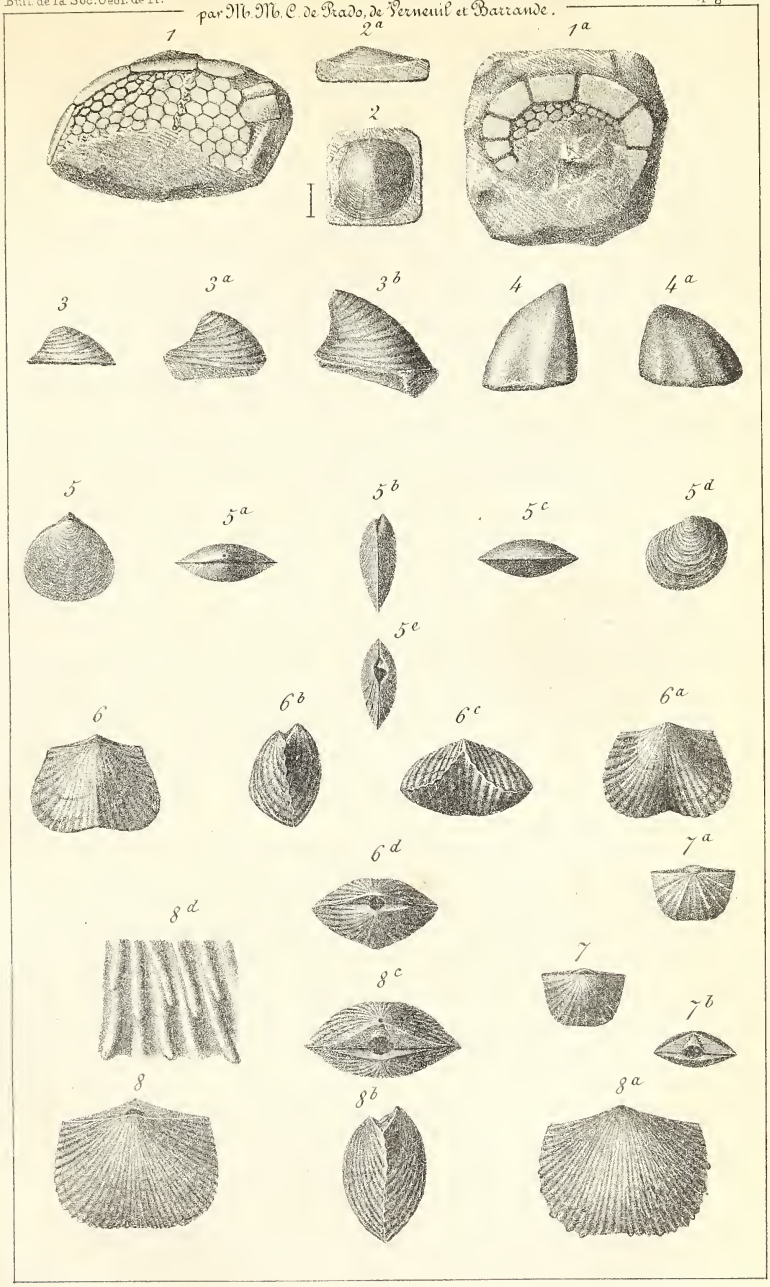
par MM. C. de Prado, de Verneuil et Barrande.



Humbert del. Lith. Becquet frères.

1 — 5. *Conocephalites Sulzeri.*
6. *C.* ——— *d°* *variété ?*
7 — 12. *C.* ——— ——— *coronatus.*

BRITISH MUSEUM
GEOLOGY
NATURAL HISTORY



Humbert del. Lith. Becquet frères.

1. *Trochocystites bohemicus ?*
2. *Discina primæva.*
3. *Capulus.*
4. *C. ——— cantabricus.*
5. *Brachiopode ?*
5d et 5e. *id. ? var.*
6. *Orthis primordialis.*
7. *Orthisina Pellico.*
8. *Orthisina vaticina, Salt.*

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

dans la forme de Bohême. Mais on doit remarquer que le nombre des segments thoraciques n'a pas pu être compté.

Localité. — Avec la précédente.

Conocephalites Sulzeri, Zenk., pl. VII, fig. 1-5.

On sait que cette espèce est le type du groupe dépourvu d'yeux, et qu'elle est la plus riche en individus, dans les schistes protozoïques de Bohême. Elle se présente aussi dans les roches d'Espagne, en fragments très nombreux. La plupart d'entre eux nous montrent la tête, que rien ne semble distinguer de celle des spécimens de Bohême. Elle offre de même une granulation d'intensité variable. Un seul spécimen permet de compter quatorze segments thoraciques, mais cependant sans une complète certitude. Dans un autre individu, nous voyons un tubercule saillant sur le sommet de l'un des anneaux de l'axe. Cette observation ne pouvant être répétée sur les autres fragments, nous ne saurions déterminer son importance réelle.

Le pygidium, qui ne se montre que dans des spécimens de petite taille, paraît avoir une côte de moins que dans les individus de Bohême. Cette différence ne saurait être bien appréciée jusqu'à ce que nous puissions comparer cette partie du corps dans des individus adultes. Elle ne peut d'ailleurs, à elle seule, constituer un caractère spécifique.

Localité. — Se trouve avec les précédentes.

Conocephalites Sulzeri, variété presque lisse, pl. VII, fig. 6.

Une seule tête, de grande dimension, se distingue de toutes les autres par l'absence presque complète de granulation et par une apparence un peu différente, dans les sillons latéraux de la glabelle. Il serait difficile de décider, d'après ce seul morceau, s'il appartient à une forme spécifique distincte. Dans tous les cas, nous le considérons provisoirement comme représentant une simple variété.

Localité. — Avec les espèces précédentes.

Conocephalites coronatus, Barr., pl. VII, fig. 7-12.

Cette espèce appartient, comme la précédente, au groupe dépourvu d'yeux. Les fragments assez nombreux, qui ont été recueillis jusqu'à ce jour, ne représentent que la tête et quelques

segments thoraciques; toutes leurs apparences concourent à indiquer une complète identité avec la forme de Bohême. Nous ferons seulement remarquer que le tubercule, placé sur l'anneau occipital, est plus prononcé dans la forme d'Espagne et prend l'apparence d'une épine, que nous observons sur un seul des spécimens.

Localité. — Se trouve avec les précédentes.

Conocephalites Ribeiro, n. sp., pl. VI, fig. 7-12.

Cette espèce nouvelle appartient au groupe de *Conoc. striatus*, qui est principalement distingué du groupe précédent, par la présence des yeux. La petite taille de cette forme espagnole la différencie au premier coup d'œil de la forme de Bohême, que nous venons de nommer, et la rapproche un peu du *Conoc. Emmrichi*. Mais nous trouvons, dans ses yeux, relativement très petits, et surtout dans sa granulation très prononcée sur toute la surface du corps, des caractères spécifiques bien déterminés. Cette granulation se compose de grains spiniformes, très saillants sur l'axe du thorax et sur la bande antérieure des plèvres. Nous remarquons sur celles-ci, que leur partie plane ou interne présente ces ornements dans certains spécimens, tandis qu'elle paraît être lisse sur d'autres. Dans ces derniers, les grains ne s'étendent pas jusqu'à la base des anneaux de l'axe thoracique. Le nombre des segments paraît être de quatorze, mais il est difficile à constater, parce que les meilleurs spécimens sont de très petite taille et enroulés de manière que leur extrémité postérieure est cachée sous la tête.

Localité. — Avec les espèces précédentes.

Agnostus.

Ce genre, représenté par plusieurs espèces dans la faune primordiale du bassin de la Bohême, comme dans celui de la Suède et de l'Angleterre, paraît aussi fournir diverses formes spécifiques, sur le même horizon, dans la chaîne cantabrique. D'après des croquis dessinés par M. Casiano de Prado, nous sommes porté à croire que les fragments qu'il a recueillis peuvent représenter deux ou trois espèces distinctes. L'une d'elles paraît même se rapprocher beaucoup de *A. integer*, de Bohême. Il nous serait impossible de caractériser plus particulièrement ces formes et encore moins de leur donner des noms avec sécurité, car les frag-

ments eux-mêmes laissent beaucoup à désirer, et, en outre, ils ne sont pas sous nos yeux. Dans tous les cas, ces indications incomplètes sont cependant satisfaisantes, en ce qu'elles nous montrent que les principaux éléments trilobitiques, qui constituent la faune primordiale, dans les contrées antérieurement explorées, se retrouvent aussi dans la nouvelle région où M. Casiano de Prado a si heureusement découvert cette faune, qui avait échappé aux yeux de ses devanciers.

Aux sept espèces de trilobites que M. Casiano de Prado a recueillies dans le terrain silurien inférieur de la province de Léon, il faut ajouter encore deux échantillons d'un petit crustacé appartenant au genre *Leperditia*, trop mal conservés pour être susceptibles d'une détermination rigoureuse. Autant qu'on peut en juger, ils se rapprochent beaucoup du *Leperditia salvensis*, R. Jones, qui appartient à la partie la plus inférieure des schistes de Llandeilo, et qui provient du pays de Galles.

Explication des figures relatives aux Trilobites.

PLANCHE VI.

Paradoxides Pradoanus, n. sp.

Fig. 1. — Spécimen montrant la tête et la plus grande partie du thorax.
Fig. 2. — Fragment appartenant à une tête plus développée et montrant très distinctement tous les sillons de la glabelle.
Fig. 3. — Hypostome isolé, supposé appartenir à la même espèce.
Fig. 4. — Fragment du thorax, conservant le pygidium en place. Les pointes des dernières plèvres sont brisées.
Fig. 5. — Pygidium isolé, paraissant appartenir à un individu de grande dimension. L'extrémité postérieure n'est pas parfaitement nette sur la roche.
Fig. 6. — Autre fragment, montrant le pygidium avec quelques segments incomplets du thorax. La pointe du pygidium manque.

Conocephalites Ribeiro, n. sp.

Fig. 7. — Spécimen à peu près complet, mais dont l'état de conservation n'est pas parfait.
Fig. 8. — Spécimen enroulé et vu par la face latérale.
Fig. 9. — Spécimen grossi et vu par la face dorsale. Ce grossissement permet de distinguer les ornements spiniformes et leur répartition sur la surface des segments.

Fig. 10. — Fragment de la tête montrant son bord antérieur très développé et bien conservé.
Fig. 11. — Spécimen montrant la tête complète et une partie du thorax reployé en dessous.
Fig. 12. — Trois segments du thorax grossis, afin de montrer la distribution des ornements.

Arionellus ceticephalus, Barr.

Fig. 13. — Spécimen montrant la tête, un peu endommagée au bord antérieur, et la majeure partie du thorax.
Fig. 14. — Autre spécimen, un peu plus complet et vu par la face latérale.
Fig. 15. — Autre spécimen, enroulé et vu par la face latérale.
Fig. 16. — Tête isolée, incomplète sur les bords latéraux.
Fig. 17. — Moitié d'un segment thoracique grossi, afin de montrer la suture arquée, placée vers la base de l'axe thoracique et caractérisant cette espèce.

PLANCHE VII.

Conocephalites Sulzeri, Zenk.

Fig. 1. — Tête incomplète, montrant la glabelle bien conservée ainsi que le bord frontal et une très forte granulation.
Fig. 2. — Tête d'un jeune individu, sans apparence d'ornementation.
Fig. 3. — Tête très développée et presque complète. La granulation est un peu moins forte que dans la figure 1.
Fig. 4. — Spécimen montrant une partie du thorax et le pygidium. Sur le sommet de l'axe, l'un des segments présente un tubercule.
Fig. 5. — Pygidium isolé, incomplet. Il est attribué à la même espèce sans une complète certitude.

Conocephalites Sulzeri, variété presque lisse.

Fig. 6. — Tête incomplète, privée de son bord. La glabelle et les joues ne montrent que de très faibles traces de granulation, et il est possible que ce fossile appartienne à une autre espèce.

Conocephalites coronatus, Barr.

Fig. 7. — Tête isolée et à peu près complète.
Fig. 8. — *Id.*, vue par la face latérale.
Fig. 9. — *Id.*, grossie.
Fig. 10. — Autre tête, privée de son bord extérieur.

Fig. 11. — Autre tête, un peu fruste, mais conservant la trace du bord.
Fig. 12. — Autre tête, de taille moyenne, et à peu près complète.

Capulus, indét., pl. VIII, fig. 3.

M. Casiano de Prado a découvert, avec les fossiles précédents, trois corps qui ont assez la forme générale de certains *Capulus*. Ce sont des coquilles patelliformes à base arrondie, se terminant à leur partie supérieure par une pointe légèrement recourbée en avant, mais non contournée sur le côté.

La surface est ornée de sillons, dont quelques-uns sont dichotomes, et que séparent des espaces lisses en forme de côtes aplaties. Ces sillons sont concentriques au sommet qu'ils entourent, et comme le sommet se porte en avant, ils se serrent pour passer au-dessous, là où l'espace est moindre.

On pourrait peut-être rapprocher ces fossiles de certains *Metoptoma*, mais nous croyons devoir nous abstenir de chercher à leur trouver une place certaine parmi les mollusques, jusqu'à ce que l'on trouve des échantillons mieux conservés.

Nous ferons remarquer que des fossiles analogues, mais plus aplatis, ont été trouvés depuis longtemps dans la faune seconde de Bohême.

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 3, 3*a*, 3*b*. — Trois échantillons de taille différente.

Capulus cantabricus, n. sp. pl. VIII, fig. 4.

Coquille subconique, pointue au sommet, arrondie à la base, à laquelle vont aboutir six à sept côtes obtuses, peu prononcées, qui rayonnent à partir du sommet. Test lisse entre les côtes.

Rapports et différences. — Les *Capulus*, qui ont à la fois un sommet droit, non enroulé en spirale, et des côtes descendant du sommet sur le pourtour de l'ouverture, sont rares. Il en existe plusieurs en Bohême, dans l'étage supérieur du système silurien, et le plus connu est celui qui porte dans les collections le nom encore inédit de *C. elegans*. Il est beaucoup plus grand que l'espèce d'Espagne et a des côtes plus prononcées et plus nombreuses.

Gisement et localité. — Se trouve avec les précédentes espèces dans la bande rouge qui passe au nord de Boñar et de Sabero (Léon).

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 4. — Individu adulte.
Fig. 4 *a*. — Autre individu, plus petit.

Discina (*Orbicula*) *primæva*, n. sp., pl. VIII, fig. 2.

Coquille légèrement bombée, à contour arrondi, orbiculaire, ornée de quelques stries concentriques très fines, et de trois stries filiformes qui partent du sommet et se rendent à l'arrière. Test très mince, corné, translucide et de couleur jaunâtre.

Rapports et différences. — Il règne une grande confusion parmi les espèces que l'on rapporte au genre Discine ou Orbicule. M. Salter, dans l'ouvrage de M. Murchison, intitulé *Siluria*, n'en énumère pas moins de douze espèces appartenant au terrain silurien. Il en est qui se ressemblent tellement qu'on ne peut les distinguer, et nous n'aurions pas osé en augmenter le nombre, si notre petite espèce ne nous offrait, dans les trois stries qui partent du sommet, un caractère que nous n'avons pas trouvé ailleurs. C'est par là que nous ne la confondrons jamais avec la *D. Forbesi*, Davidson, ni avec les *D. implicata* et *rugosa*, Sowerby.

Localités. Se trouve avec les trilobites précédents.

Explication des figures.

Pl VIII, fig. 2. — Individu grossi, avec un trait à côté, pour indiquer la dimension véritable.
Fig. 2 *a*. — Le même, vu de profil.

Orthis primordialis, n. sp., pl. VIII, fig. 6.

Coquille transverse, arrondie sur les côtés, plus large que longue. Arête cardinale ne s'étendant pas jusqu'aux extrémités latérales, et n'ayant guère que les trois quarts de la largeur totale de la coquille. Les deux valves sont à peu près de même épaisseur. La valve ventrale (1) est pourvue d'une aréa à peine plus élevée que celle de la valve opposée, mais elle s'en distingue par un sinus qui est presque aussi profond que celui des Spirifers, et qui forme au front un pli très prononcé plus ou moins aigu. Surface ornée

(1) Suivant ici l'exemple de MM. Owen et Davidson, nous appelons valve ventrale la plus grande des deux, celle qui est pourvue d'une grande area, et que jadis on appelait la valve dorsale.

de stries très dichotomes sur les côtés et presque simples dans le sinus; à 5 millimètres du crochet, on en compte sept dans un espace de 5 millimètres.

Dimensions : largeur, 16 millimètres; longueur, 12 millimètres; épaisseur, 7 millimètres.

Rapports et différences. — Par son profond sinus, cette espèce se distingue de la plupart de ses congénères et établit une sorte de passage entre les genres *Orthis* et *Spirifer;* cependant l'aréa si prononcée que l'on remarque sur chacune des deux valves est un caractère qui la rapproche du premier genre plutôt que du second. Les Orthis pourvus de sinus sont assez rares, les principaux sont l'*O. sinuata*, Hall, et l'*O. striatula* Schl., qui n'ont d'ailleurs aucune autre analogie avec notre espèce. On pourrait peut-être la rapprocher de l'*O. lynx*, qui a aussi deux aréas également développées; mais on reconnaîtra toujours cette dernière espèce à ses plis peu nombreux et non dichotomes.

Localité. — Se trouve avec les espèces précédentes dans le calcaire rouge qui passe près d'Adrados au nord de Sabero et de Boñar (province de Léon).

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 6. — Individu de grande taille, vu du côté de la valve dorsale.

Fig. 6 *a*. — Le même, vu du côté de la valve ventrale.

Fig. 6 *b*. — Le même, vu de côté. L'aréa de la valve dorsale est un peu trop courte.

Fig. 6 *c*. — Le même, vu du côté du front. La plupart de nos échantillons sont moins épais.

Fig. 6 *d*. — Le même, vu du côté des crochets.

Orthisina vaticina, Salter in *Litt.*, pl. VIII, fig. 8.

Coquille subquadrangulaire, légèrement échancrée au-dessous des extrémités latérales. Longueur égale aux trois quarts de la largeur. Arête cardinale un peu moins longue que la coquille mesurée par le travers. Valve ventrale deux fois plus épaisse que la dorsale, pourvue d'une aréa double en hauteur. Ouverture triangulaire sur chacune des valves, couverte en partie par un deltidium. A la pointe du crochet, il existe une ouverture très fine, à peine visible, qui s'oblitère dans certains échantillons. Les valves sont régulièrement bombées et n'ont pas de sinus marqué, de sorte que leur bord est droit. La surface est ornée de stries

fines dichotomes et épineuses; ces épines ou tubes qui ont 1 ou 2 millimètres de longueur sur la valve ventrale, se voient à peine sur l'autre valve. A 10 millimètres du crochet, là où les stries se subdivisent par dichotomie, on en compte six dans un espace de 5 millimètres.

Dimensions. — Longueur, 18 millimètres; largeur, 24; épaisseur, 8.

Rapports et différences. — Cette espèce appartient au groupe d'*Orthis* réunis par l'un de nous sous le nom de *Recto striatæ* (1) et que M. Davidson fait entrer dans le genre *Orthisina* de d'Orbigny (2). Les deux caractères de ce groupe consistent dans la direction des stries qui, en partant du crochet, ne se recourbent jamais en arrière, pour atteindre l'arête cardinale, et dans la présence d'un deltidium qui recouvre la fente triangulaire de l'aréa. Le trou dont ce deltidium est quelquefois percé, caractère sur lequel d'Orbigny a établi le genre *Orthisina*, n'a qu'une importance tout à fait secondaire, car il paraît n'être que temporaire. Nous avons démontré que dans certains *Leptæna*, qui ont une ouverture analogue à celle de l'espèce qui nous occupe, ce caractère n'amène aucun changement significatif dans les appareils intérieurs (3).

Par ses stries pourvues de tubes ou d'épines, cette espèce se distingue de toutes les autres, si ce n'est de l'*O. striatula* avec lequel il est impossible, d'ailleurs, de la confondre. On peut la comparer soit à l'*O. Romingeri*, Barr., de la zone primordiale de Bohême, qui se distingue par un sinus assez prononcé sur la petite valve, un crochet plus saillant et des stries lisses, soit à l'*O. inflexa*, Pand., des couches siluriennes inférieures de Saint-Pétersbourg qui est plus épaisse, ce qui se remarque surtout dans la valve dorsale presque égale sous ce rapport à la valve opposée. Les stries d'ailleurs de l'espèce de Russie ne sont jamais épineuses.

M. Salter, à l'obligeance duquel on ne s'adresse jamais en vain, a cru reconnaître dans nos échantillons une espèce trouvée récemment dans les *Lingula beds*, et à laquelle, dans la collection du Musée de géologie pratique de Londres, il a donné le nom d'*O. vaticina*, sous lequel nous la publions.

---

(1) Murchison, de Verneuil et Keyserling, *Géologie de la Russie d'Europe et de l'Oural*, vol. II, p. 179. *Bull. géol.*, vol. II, p. 481.

(2) Davidson, *Introduction à l'histoire naturelle des Brachiopodes*, traduction française par M. Deslongchamps, p. 130.

(3) Verneuil, *Bull. Soc. géol.*, 2e série, vol. V, p. 348.

Gisement et localités. — Provient de la bande de calcaire rouge qui passe au nord d'Adrados et de Boñar près de Sabero (Léon), où elle est associée aux trilobites caractéristiques de la faune primordiale.

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 8. — Grand individu, vu du côté de la valve dorsale.
Fig. 8 *a*. — Le même, vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 8 *b*. — Le même, vu de profil.
Fig. 8 *c*. — Le même, vu du côté des crochets.
Fig. 8 *d*. — Grossissement pour montrer les épines ou petits tubes dont les stries de la valve ventrale sont pourvues.

Orthisina Pellico, n. sp., pl. VIII, fig. 7, 7*a* et 7 *b*.

Coquille assez petite, transverse, ayant en largeur un quart de plus qu'en longueur, coupée carrément aux extrémités. Arête cardinale atteignant la plus grande largeur de la coquille. Valve ventrale deux fois plus épaisse que la valve dorsale, pourvue d'une aréa double en hauteur, qui s'élève perpendiculairement et qui fait un angle droit avec l'arête cardinale. L'ouverture est couverte, en partie seulement, par un deltidium qui descend de la pointe du crochet. Sur l'autre valve on aperçoit à peine les rudimens d'un semblable deltidium.

Il n'y a de sinus sur aucune des valves, et leur commissure n'offre pas de contours ondulés.

La surface est ornée de stries assez espacées. On en compte trois ou quatre principales sur les côtés et deux ou trois intermédiaires plus fines. La région médiane est limitée par deux stries prononcées, entre lesquelles on en distingue deux ou trois plus faibles.

Dimensions : largeur, 11 millimètres; longueur, 8 millimètres ; épaisseur, 5 millimètres.

Rapports et différences. — Par son aréa, en partie recouverte d'un deltidium, cette espèce rentre dans le genre *Orthisina*, tel que le comprend M. Davidson ; mais elle n'offre plus le trou aciculaire du sommet sur lequel d'Orbigny l'avait établi. L'analogie qu'elle conserve cependant avec l'espèce précédente ne permet pas de la placer dans un autre genre, et prouve combien peu d'importance a le caractère dont s'était servi ce dernier auteur. La position de l'aréa, par rapport à la charnière, rappelle l'*O. adscendens*, qui se distigue nettement de notre espèce par la nature de ses stries.

Sous ce dernier point de vue, l'*O. Pellico* se rapproche plus des *Leptæna* que de la plupart des autres *Orthis* ou *Orthisina*.

Gisement et localité.— Elle appartient, comme les précédentes, à la bande rouge qui passe au N. de Sabero et de Boñar.

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 7. — Individu vu du côté de la valve dorsale (ou petite valve).
Fig. 7*a*. — Le même, vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 7*b*. — Le même, vu du côté des crochets.

Brachiopode, nouv. gen., pl. VIII, fig. 5 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Coquille aussi large que longue, subovalaire, pointue vers les crochets. Valves d'égale épaisseur, mais de longueur un peu inégale. L'une d'elles a un crochet plus prolongé que l'autre, et, au sommet de ce crochet, nous avons cru reconnaître, dans certains échantillons, mais non dans tous, un trou aussi petit que celui qu'on pourrait faire avec la pointe d'une aiguille. Au-dessous des crochets il y a une aréa sur laquelle on ne peut apercevoir aucune trace de fente triangulaire.

La surface est ornée de stries concentriques peu prononcées.

Dimensions : longueur, 13 millimètres; largeur, 13 millimètres; épaisseur, 5 millimètres.

Rapports et différences. — C'est avec quelque doute que nous rangeons cette coquille parmi les Brachiopodes; elle en a bien la symétrie, mais elle se distingue de tous les genres qu'on a établis dans cette classe d'animaux.

En découvrant le petit trou du crochet et en nous assurant, avec une bonne loupe, que l'aréa n'est pas divisée par une fente triangulaire, nous eûmes la pensée de la placer parmi les *Siphonotreta;* mais nous en fûmes empêché par la comparaison de la nature du test, qui est corné et revêtu d'épines dans les *Siphonotreta*, tandis qu'ici il est lisse et calcaire. Par ce même caractère, elle s'éloigne aussi des *Obolus* et des Lingules, dont le test est toujours plus corné que calcaire. On peut ajouter aussi que dans les Lingules les valves sont d'égale longueur, et que dans les *Obolus* l'une d'elles porte un sillon creusé dans l'aréa, ce qui ne se voit pas ici.

Nous croyons que cette coquille peut former le type d'un genre nouveau de Brachiopode, mais nous attendrons, pour le faire, que

nous ayons des échantillons mieux conservés et où l'on puisse voir quelque chose de l'organisation intérieure.

Gisement et localité. — Se trouve avec les précédentes dans la division la plus inférieure du système silurien qui correspond à la zone primordiale de Bohême.

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 5. — Individu de taille moyenne, vu du côté de la petite valve.

Fig. 5*a*. — Le même, vu du côté des crochets.

Fig. 5*b*. — Le même, vu de profil.

Fig. 5*c*. — Le même, vu du côté du front.

Fig. 5*d*. — Individu orné de stries concentriques plus prononcées. Nous le considérons comme une variété. Le défaut de symétrie paraît être le résultat d'une déformation accidentelle.

Fig. 5*e*. — Le même, montrant l'écartement des crochets et une partie de l'aréa, l'autre étant cassée.

Trochocystites bohemicus?, n. sp., pl. VIII, fig. 1.

Le genre Trochocystites a été fondé par l'un de nous pour comprendre des formes diverses qui caractérisent la faune primordiale et l'origine de la faune seconde en Bohême. Il a été énuméré dans la Revue des fossiles de la faune primordiale (*Bull.*, t. XVI, p. 543, 1859).

Le caractère le plus apparent de ce type, appartenant aux Cystidées, consiste en ce que le contour est formé d'une série circulaire ou elliptique de plaques de grande dimension relative, si on les compare à celles que l'on voit dans l'intérieur. Ces plaques formant la circonférence rappellent les jantes d'une roue. Les plaques intérieures sont nombreuses et de forme hexagone.

L'état de conservation de ces fossiles ne permet pas une définition complète des caractères génésiques. Comme ils se montrent toujours par l'une des faces aplaties, on peut en conclure que l'animal avait peu d'épaisseur.

N'ayant pas en ce moment sous les yeux les fossiles de Bohême, nous n'associons qu'avec réserve la forme découverte dans la chaîne cantabrique à celle qui a été nommée *T. bohemicus*, Barr.

Localités. — Avec tous les fossiles précédents.

Explication des figures.

Pl. VIII, fig. 1, 1*a*. — Deux spécimens incomplets. Dans le premier, les grandes plaques de la circonférence sont bien moins vi-

sibles que dans le second, parce qu'elles sont dans une position oblique, au lieu d'être horizontalement placées.

Liste des espèces de la faune primordiale de la province de Léon.

1. *Paradoxides Pradoanus*, n. sp.
2. *Arionellus ceticephalus*, Barr.
3. *Conocephalites Sulzeri*, Zenk.
4. *C. coronatus*, Barr.
5. *C. Ribeiro*, n. sp.
6. *Agnostus*, } deux espèces indéterminées.
7. *Agn.*, }
8. *Leperditia*.
9. *Capulus cantabricus*, n. sp.
10. *Capulus*, indét.
11. *Discina primæva*, n. sp.
12. *Orthis primordialis*, n. sp.
13. *Orthisina vaticina*, Salter.
14. *O. Pellico*, n. sp.
15. Brachiopode nouveau.
16. Bivalve de nature incertaine (variété de l'espèce précédente?).
17. *Trochocystites bohemicus?*, Barr.

Observations. — En résumé, des 17 espèces découvertes par M. Casiano de Prado, 7 appartiennent à des trilobites dont 3 sont tout à fait caractéristiques. Les *Conocephalites Sulzeri* et *coronatus*, ainsi que l'*Arionellus ceticephalus*, ne se trouvent en effet que dans les dépôts les plus inférieurs de la Bohême et font partie de ce petit groupe d'animaux, dont l'un de nous a fixé exactement le gisement et auquel il a donné le nom de *faune primordiale*, dénomination sous laquelle il a fait pour ainsi dire fortune.

Les trois autres trilobites appartiennent à des genres qui, à l'exception des *Agnostus*, sont également propres à ce premier étage du terrain silurien.

Quant au genre *Leperditia*, déjà connu dans les dépôts siluriens supérieurs et dévoniens, c'est pour la première fois qu'on le rencontre aussi bas. Il en est de même des *Capulus*, dont les espèces sont si nombreuses dans les étages paléozoïques moins anciens. La présence de ces formes dans les premiers sédiments fossilifères connus, établit un lien de plus entre la faune primordiale et celles qui l'ont suivie.

Une des singularités que présente en général cette ancienne faune dans les autres pays, c'est la prédominance des trilobites sur la plupart des autres animaux marins, mais cette inégalité,

due sans doute aux ténèbres qui nous ont caché longtemps et qui nous cachent encore les faits de cette époque, disparaîtra peut-être à mesure que le jour se fera. Ainsi, dans la liste des espèces découvertes par M. C. de Prado, les trilobites ne forment que les deux cinquièmes de l'ensemble (1). Après les trilobites, viennent les brachiopodes, qui nous offrent 5 espèces. C'est en général sous la forme d'*Orthis*, d'*Obolus* ou de *Lingula* que cette classe paraît avoir fait sa première apparition. En Espagne, nous y trouvons quelques types différents. Outre trois espèces qui se rapportent, soit aux *Orthis*, soit aux *Orthisina*, qui en sont si voisines, nous avons signalé une coquille assez semblable à une Lingule ou à un *Obolus* par la forme, mais qui nous paraît pouvoir former un genre à part; puis nous voyons apparaître une de ces petites coquilles orbiculaires patelliformes, à test corné, qu'on range parmi les *Discina* (*Orbicula*), et qui deviennent assez abondantes dans les étages supérieurs, c'est-à-dire dans les schistes de Llandeilo, les conches de Caradoc et de Wenlock, etc.

Enfin, M. C. de Prado a découvert quelques restes de crinoïdes appartenant à la famille des Cystidées. Ces formes, que l'on considère généralement comme le prototype des véritables encrines. devaient naturellement les avoir précédées dans l'ordre du développement successif des êtres, et les faits viennent ici confirmer les déductions fondées sur leur organisation.

Le genre *Trochocystites*, qui appartient à cette famille, a déjà été trouvé en Bohême, dans la faune primordiale.

L'analogie qu'à cette époque ancienne, la faune marine de l'Espagne avait avec celle de la Bohême, a continué d'exister pendant la période qui a immédiatement succédé à celle-ci. C'est un fait que nous avions déjà signalé dans la description que nous avons donnée en 1855 des fossiles siluriens de la Sierra Morena, qui appartiennent à la faune seconde (étage de Llandeilo et de Caradoc) (2). Cette uniformité ne saurait être attribuée qu'à un ensemble de circonstances physiques plus ou moins semblables qui ont présidé aux dépôts siluriens inférieurs et moyens dans toute la région centrale de l'Europe, depuis la Bohême jusqu'en Espagne et en France. C'était, ainsi que l'un de nous l'a démon-

---

(1) Dans la Revue des espèces de la faune primordiale présentée par l'un de nous (*Bull.*, vol. XVI, p. 543), les trilobites forment les sept dixièmes de la faune totale (122 espèces sur 174).

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 964.

tré (1), une bande homoizoïque fort distincte de celle où vivaient, à la même époque, les animaux des mers qui couvraient le nord de la Russie, la Scandinavie et l'Angleterre.

Grâce aux persévérantes recherches de M. Casiano de Prado, continuées pendant deux étés successifs, il est aujourd'hui démontré que la faune primordiale se trouve en Espagne.

Déjà, par quelques fragments d'*Ellipsocephalus* qu'il avait recueillis dans les montagnes de Tolède, et que nous avons figurés (2), nous en soupçonnions l'existence; mais aujourd'hui le plus léger doute n'est plus permis. La découverte qu'il vient de faire dans la province de Léon, fort loin du point où il avait trouvé le premier *Ellipsocephalus*, est d'autant plus intéressante qu'elle était pour ainsi dire plus imprévue. En effet, les montagnes de Léon et des environs de Sabero étaient déjà célèbres par les magnifiques fossiles recueillis en grande partie par notre infatigable et savant ami, et décrits par l'un de nous (3), mais les recherches les plus actives n'y avaient fait découvrir aucun fossile, ni de l'étage silurien supérieur (Wenlock ou Dudley), ni de l'étage moyen (Caradoc et Llandeilo). C'est que, dans la réalité, ces deux étages n'y existent pas, et que le terrain dévonien y repose directement sur l'étage silurien inférieur avec sa faune primordiale. Cette lacune, assez inusitée, nous explique les premières hésitations de M. Casiano de Prado. On comprend en effet combien, au premier abord, il était difficile de reconnaître le plus inférieur des étages siluriens au milieu d'un pays regardé jusque-là comme exclusivement occupé par des dépôts dévoniens ou carbonifères. Mais la difficulté était encore considérablement accrue par les dislocations de cette contrée et par les singulières alternances que, dans son double affleurement, la bande rouge qui contient la faune primordiale semble présenter avec les couches dévoniennes. Il ne faut, pour en juger, que jeter les yeux sur la coupe qu'en donne M. Casiano de Prado.

Tous ces faits, vérifiés sur une distance de 90 à 100 kilomètres, ont une véritable importance. Ils démontrent l'indépendance de ce troisième et dernier étage du terrain silurien, séparé des deux autres par une coupe de même valeur que celle qui sépare ceux-ci entre eux. En effet, ces derniers nous offrent dans certains

---

(1) Barrande, *Parallèle entre les dépôts siluriens de la Bohême et de la Scandinavie.*

(2) *Bull. Soc. géol.*, t. XII, pl. XXIII, fig. 5.

(3) *Bull. Soc. géol.*, t. VII, p. 137, pl. II.

pays le même genre d'indépendance par isolement que nous venons de signaler ici, c'est-à-dire que, l'étage supérieur du terrain silurien faisant défaut, le terrain dévonien succède immédiatement à l'étage moyen (Caradoc et Llandeilo). C'est ce que nous avons observé souvent en Espagne, soit à Almaden, soit dans beaucoup d'autres points de la Sierra Morena ; c'est ce que l'on voit aussi dans plusieurs parties de l'Allemagne, dans le Thuringerwald par exemple, où le terrain silurien supérieur ne paraît pas exister.

Cette sorte d'indépendance est due aux mouvements du sol qui, plaçant tour à tour certaines contrées au-dessus ou au-dessous des eaux de la mer, ont produit des interruptions dans les dépôts et ont mis en contact des sédiments d'âge d'autant plus différent que l'interruption avait été plus prolongée. Les contrées les plus agitées sont celles où ces lacunes dans la série des terrains sont le plus nombreuses, et, sous ce rapport, on voit que, dès les temps anciens, le sol de l'Espagne a été soumis à des convulsions qui se sont continuées jusqu'après l'époque tertiaire. Par un contraste frappant, le nord de l'Europe comme le nord de l'Amérique semblent avoir toujours eu le privilége dont ces contrées jouissent encore, celui d'une plus grande immobilité de leur sol. Aussi, la série des roches paléozoïques y est-elle plus complète.

Quelque localisés que soient ces phénomènes physiques, ils n'en doivent pas moins être pris en sérieuse considération quand on cherche à établir des divisions naturelles dans les terrains, surtout lorsqu'ils s'accordent avec des changements dans la nature organique. Il nous semble donc que la découverte de M. C. de Prado, en prouvant que les couches les plus profondes du système silurien sont quelquefois aussi indépendantes des couches de Llandeilo contenant la faune seconde, que celles-ci le sont de celles de Dudley caractérisées par la faune troisième, démontre la convenance et l'utilité de diviser le système silurien en trois étages, comme l'un de nous l'a fait en Bohême. Mais en même temps, gardons-nous d'oublier qu'une faune caractérisée par des types analogues ou des genres identiques relie entre eux ces trois étages. Aux liens qui existaient déjà, M. C. de Prado vient d'en ajouter de nouveaux par la découverte de genres tels que *Capulus*, *Leperditia*, *Discina*, qui, jusqu'alors, n'étaient connus que dans la faune seconde, et dont la présence fournit une grave objection à l'opinion de certains auteurs, qui, détachant les dépôts qui nous occupent du grand système silurien, les unissent à ces masses puissantes de roches azoïques qu'ils appellent *cambriennes*.

La découverte de M. C. de Prado est l'addition la plus impor-

tante qui ait été faite à nos connaissances sur la faune primordiale, depuis la note que l'un de nous a publiée l'an dernier dans le *Bulletin* (1). Cependant, pour tenir la Société au courant de cette question, nous croyons devoir lui communiquer ce que nous avons appris depuis cette époque.

M. Barrande ajoute les observations suivantes :

La découverte de M. Casiano de Prado, constatant d'une manière si évidente la présence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique, offre quelques circonstances intéressantes, sur lesquelles je crois devoir appeler l'attention de la Société.

1° La formation calcaire, qui renferme cette faune primordiale, est en contact immédiat avec une autre formation également calcaire, qui contient uniquement des fossiles dévoniens. Ces deux formations, qui ont exactement la même direction et les mêmes allures, se distinguent à peine dans leur aspect physique par une nuance différente. Ce caractère, ordinairement insignifiant, avait pu aisément échapper à tous les investigateurs de cette contrée, jusqu'au jour où il a été reconnu, par des observations purement paléontologiques, faites, non pas en Espagne, mais à Paris, que tous les fossiles renfermés dans la roche rougeâtre appartiennent à la faune primordiale, tandis que ceux qui sont recueillis dans les roches verdâtres caractérisent l'époque dévonienne.

La superposition immédiate de la faune dévonienne sur la faune primordiale constitue une immense lacune, qui correspond à la période entière représentée par la faune seconde et par la faune troisième du terrain silurien. Cette circonstance remarquable vient s'ajouter aux faits que nous avons déjà signalés en diverses occasions, pour confirmer l'indépendance de la faune primordiale.

La région de la chaîne cantabrique paraît présenter cette lacune sur une grande échelle, puisque M. Casiano de Prado nous apprend que les bandes de la faune primordiale, pour ainsi dire encastrées dans une masse dévonienne, se prolongent sur une étendue d'environ 100 kilomètres. Mais ce pays n'est pas le seul où le même phénomène s'est produit. En effet, nous avons déjà annoncé, il y a plusieurs années, qu'aux environs de Hof, en Allemagne, il existe une formation de schistes argileux, qui a fourni

(1) *État actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale*, par M. Barrande (*Bull.*, vol. XVI, p. 516).

quelques rares trilobites d'apparence primordiale et qui est immédiatement recouverte par des lambeaux de couches calcaires, dont les fossiles appartiennent à la faune dévonienne.

C'est à Munich, dans la célèbre collection du comte Munster, que nous avons découvert les premiers fragments trilobitiques provenant des environs de Hof et montrant les caractères de la faune primordiale. Plus tard, nous en avons reconnu quelques autres, également fournis par la même localité et publiés par le professeur Geinitz. Dans une visite que nous avons faite sur les lieux, nous avons constaté, combien l'apparence des schistes renfermant ces fossiles contraste avec celle des calcaires dévoniens, qui leur sont superposés. Mais, comme c'était dans une très mauvaise saison, nous n'avons pas pu réussir à trouver de nos propres mains les fossiles de la faune primordiale, qui paraissent assez rares sur ce point.

Nous espérons que ces indications ne resteront pas infructueuses et qu'elles provoqueront quelques recherches spéciales de la part des géologues allemands, dont le zèle et les lumières nous inspirent l'espoir de voir bientôt résoudre les questions intéressantes qui se rattachent à l'étude de cette contrée, située au cœur de la Germanie.

2° M. Casiano de Prado constate lui-même son extrême surprise, lorsque la détermination exacte des fossiles recueillis par lui dans la chaîne cantabrique est venue renverser ses convictions, au sujet d'un terrain considéré comme uniquement dévonien, non-seulement par lui, mais encore par tous les géologues, qui l'avaient suivi dans l'exploration de ce pays.

Cependant M. Casiano, que nous nous plaisons à compter parmi les géologues les plus zélés et les plus éclairés, est depuis longtemps arrivé par la pratique à reconnaître que, dans les pays bouleversés comme l'Espagne, la détermination d'un terrain ne peut être faite avec sécurité, que par la plus soigneuse analyse de tous ses éléments stratigraphiques et paléontologiques.

Mais, dans cette occasion, il était sous l'impression profonde de la similitude et de l'uniformité observées dans toutes les apparences des roches, qui renferment deux faunes si éloignées dans la série des temps. La distinction de ces faunes est donc venue fort à propos pour jeter la lumière sur une difficulté que la stratigraphie ne pouvait pas résoudre, parce qu'elle n'en soupçonnait même pas l'existence. Cet exemple est assez important par ses résultats, pour qu'il mérite d'être cité au nombre de ceux qui prouvent, combien de secours mutuels doivent attendre l'une de l'autre les deux

branches principales de la géologie, c'est-à-dire la stratigraphie et la paléontologie. Leur application simultanée et comparative ne saurait être dédaignée que par des esprits préoccupés et disposés à sacrifier les progrès de la science au maintien éphémère de leurs vues exclusives et systématiques. Des esprits si étroits ne se trouvent pas parmi nous.

3° Dans diverses occasions, nous avons signalé les rapports zoologiques qui existent entre les faunes seconde et troisième siluriennes, dans les contrées situées sur la zone centrale de l'Europe, savoir : la Bohême, la Franconie, la France, l'Espagne et le Portugal. Aujourd'hui, ces rapports deviennent encore plus évidents, puisque la faune primordiale de la chaîne cantabrique nous présente une série de fossiles, qui reproduisent les formes de la faune correspondante de Bohême, les uns d'une manière absolument identique, et les autres avec des caractères d'une telle similitude, qu'on ne peut méconnaître leur proche consanguinité. Bien que notre savant ami, M. de Verneuil, ait déjà signalé cette circonstance en communiquant le mémoire de M. Casiano, je ne crois pas inutile de la rappeler à la Société, afin d'avoir l'occasion de la rapprocher d'une observation semblable, faite à la dernière séance, au sujet des régions placées sur la bande silurienne du nord de l'Europe. L'illustre géologue anglais, notre maître dans la science des terrains paléozoïques, sir Roderick Murchison, en nous exposant ses belles et récentes observations, qui modifient si heureusement et si profondément la carte du nord de l'Écosse, nous a signalé le calcaire de Durness, dont les fossiles ont prêté une grande lumière à ses investigations. Or, ces fossiles, consistant principalement en *Orthoceras*, *Maclurea*, *Ophileta*, *Orthis*, etc., offrent, d'une manière remarquable, l'aspect de la faune seconde de l'Amérique septentrionale et même plusieurs identités spécifiques. C'est ce qui résulte des déterminations du savant paléontologue du *Geological Survey*, M. Salter. Ainsi, par le progrès journalier des recherches, les contrées qui s'étendent sur chacune des deux grandes zones siluriennes, semblent se relier de plus en plus les unes aux autres, sur chacune de ces zones. Ce fait tend à rendre plus distincte et plus vraisemblable la conception de deux grandes mers subparallèles, séparées par un continent ou par une suite de grandes îles, dans la direction du N.-E. au S.-O, durant les âges représentés par les premières faunes paléozoïques.

Mais, outre ces connexions paléontologiques dans l'étendue de chacune des deux zones, nous devons porter notre attention sur quelques faits, qui viennent nous révéler des rapports semblables

et inattendus entre les deux zones comparées et, bien plus, entre leurs points les plus éloignés, sur l'ancien et le nouveau continent.

Ces faits consistent dans l'identité que quelques Trilobites, récemment découverts en Amérique, nous montrent avec les formes les plus caractéristiques de la faune primordiale de Bohême. Comme de telles relations, entre ces régions éloignées, sont nouvelles et uniques, je demande à la Société la permission de les exposer avec quelques détails.

4° Dans la communication que j'ai faite le 21 mars 1859 (*Bull.*, p. 523), j'ai indiqué une espèce de *Paradoxides*, découverte par le professeur W.-B. Rogers, dans les environs de Boston, aux États-Unis.

Cette indication incomplète, faute de plus amples renseignements, aura sans doute attiré l'attention du savant géologue américain, dont je viens de citer le nom. C'est ainsi que je me plais à interpréter la haute courtoisie dont il vient de me donner la preuve, en m'envoyant, par l'intermédiaire de notre ami, M. de Verneuil, trois belles photographies, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société, et qui représentent le *Paradoxides* en question.

Cet envoi est très intéressant sous beaucoup de rapports, et, comme il ne peut manquer de contribuer à notre instruction à tous, j'ose espérer que la Société voudra bien s'associer au sentiment de reconnaissance que j'exprime envers le savant à qui nous devons ces précieux documents, et qui, conjointement avec son frère, H.-D. Rogers, occupe une des places les plus éminentes parmi nos doctes et laborieux confrères du nouveau continent.

Au premier aspect de ces belles photographies, on est frappé par les grandes dimensions du Trilobite, dont elles représentent quatre spécimens. Deux d'entre eux sont presque entiers; le troisième offre la majeure partie d'un individu encore plus grand, et le quatrième nous montre une glabelle complète.

En examinant attentivement ces fossiles, nous ne pouvons nous empêcher d'y reconnaître l'espèce la plus grande, la plus fréquente, et, par conséquent, la plus caractéristique de la faune primordiale de Bohême. Abstraction faite du *facies*, propre à chaque contrée et même à chaque localité, nous ne voyons que des preuves d'identité entre cette forme américaine et *P. spinosus*, si commun à Skrey et à Ginetz.

La tête la mieux conservée nous permet de bien reconnaître, outre le sillon occipital, d'abord les deux grands sillons latéraux

qui, par leur jonction sur l'axe, forment deux rainures parallèles, traversant la glabelle et, de plus, les traces des deux paires antérieures de sillons, qui restent toujours isolés de chaque côté, et qui sont tracés avec moins d'intensité. Malheureusement, aucun des spécimens figurés sur ces planches ne nous montre ni le contour entier de la tête, ni la forme des pointes génales. Le lobe palpébral, qui se voit en place, contribue à confirmer les apparences d'identité, ainsi que le tubercule placé sur le milieu de l'anneau occipital.

Le thorax nous fournit un caractère de la plus haute importance dans cette comparaison, car nous comptons, sur deux exemplaires, dix-huit segments, comme dans la forme de Bohême. D'ailleurs, la proportion entre la largeur de l'axe et celle des lobes latéraux, et la conformation de ces diverses parties concordent parfaitement avec les éléments semblables dans les spécimens de notre bassin. Seulement, nous devons faire remarquer, que les individus américains semblent avoir subi une pression plus considérable que ceux de Bohême, qui sont figurés sur les planches de notre premier volume. C'est ce que nous croyons reconnaître à la fois, par le moindre relief qu'indiquent les photographies comparées à nos figures, et par la moindre netteté et la moindre profondeur de tous les sillons ou rainures. Ce sont précisément ces circonstances, qui constituent le *facies* légèrement différent, que nous venons de signaler.

Le pygidium, dont on voit très bien la forme sur le plus grand spécimen américain, ne diffère en rien de celui des exemplaires de Bohême.

Pour compléter ce parallèle, il nous manque encore l'hypostome du *Paradoxides* américain. C'est seulement dans cette pièce, dans les contours extérieurs de la tête et dans les pointes génales, qu'il pourrait se trouver quelques différences inattendues et contraires à l'identité apparente dans toutes les autres parties du corps. L'existence de ces différences est aujourd'hui peu probable, à la vue de tant d'harmonie, dans tous les éléments que nous comparons.

D'ailleurs, si des documents plus complets permettaient plus tard de saisir une diversité spécifique entre les formes qui nous paraissent identiques, cette diversité ne pourrait jamais être assez marquée pour affaiblir les rapports que nous concevons entre les faunes contemporaines de deux contrées aussi distantes que la Bohême et les États-Unis.

Afin de mieux faire concevoir l'impression produite sur moi par

ces fossiles américains, je me permets de raconter à la Société, qu'étant au *British Museum*, à Londres, en 1851, je fus prié de déterminer quelques trilobites, parmi lesquels se trouvait un moule intitulé *P. Harlani*, Green, et faisant partie d'une série envoyée des États-Unis. En voyant ce moule, comparable au plus grand des spécimens photographiés, qui sont sous nos yeux, je crus voir la reproduction d'un exemplaire de *P. spinosus*, provenant de Skrey, en Bohême. Cette première impression se trouva tellement confirmée par l'examen attentif de tous les détails, que je me crus en droit de rayer le nom américain, pour lui substituer celui de *P. spinosus*. Boeck. Quelque temps après, le même moule m'ayant été présenté par M. Bayle, à l'École des mines, à Paris, j'opérai la même substitution de nom. Aujourd'hui, je me plais à signaler cette illusion répétée, parce qu'elle est la meilleure preuve de ma conviction. C'est donc réellement en 1851, et non en 1860, que j'ai constaté l'identité des formes en question.

Je suis heureux, dans cette circonstance, de voir que mes impressions ont été en grande partie partagées par le professeur W.-B. Rogers. En effet, ce savant, dans sa communication à la Société d'histoire naturelle de Boston, au sujet du *Paradoxides* qui nous occupe, fait observer que sa conformation le rapproche plus intimement du *P. spinosus* de Bohême que de toute autre espèce. (*Proceed. nat. hist. Soc. Boston*, VI, p. 41, 1856.)

Dans cette intéressante communication, le professeur Rogers établit, de la manière la plus satisfaisante, que ce *Paradoxides*, découvert à Braintree, à 10 milles au sud de Boston, est réellement identique avec *P. Harlani*, Green. Il s'appuie dans cette démonstration, non seulement sur la comparaison des nouveaux spécimens avec le moule de *P. Harlani*, dont l'original paraît perdu, mais encore sur l'identité de la roche également décrite par Green, qui ignorait la localité d'où provenait son exemplaire.

Ainsi, tous les documents concourent à nous faire admettre l'identité de *P. Harlani* avec *P. spinosus* de Bohême. Ce dernier nom remontant à 1827, tandis que le premier ne date que de 1832, les lois de la nomenclature veulent que l'espèce se nomme *P. spinosus*, sur les deux continents.

Si je me suis étendu un peu longuement sur ce fait, c'est à cause des conséquences importantes qui en découlent, et qui ont immédiatement frappé le professeur W.-B. Rogers. En effet, cet éminent géologue, dans le mémoire cité, conclut de la découverte du *Paradoxides* en question que la bande qui passe par Quincy

et Braintree représente l'horizon du grès de Potsdam de l'État de New-York, et du grès protozoïque du nord-ouest, dans lequel le docteur Dale Owen a signalé *Dikelocephalus* et autres Trilobites rapprochés de *Paradoxides*.

Le professeur Rogers constate ensuite, que c'est la première fois qu'on découvre un document, qui permet de fixer d'une manière certaine, un horizon comparatif, dans cette région du nouveau continent, qui est occupée par des sédiments anciens et très altérés. Il se félicite de pouvoir ainsi déterminer dans cette même contrée : *la base de la colonne paléozoïque, précisément à l'aide des mêmes inscriptions fossiles qui la distinguent dans diverses parties de l'ancien continent.*

Voilà donc un nouveau et important service rendu à la géologie par une simple découverte paléontologique, qui vient féconder les observations stratigraphiques et résoudre les questions en suspens. Bien que ce fait ne soit que la confirmation de bien d'autres expériences semblables, nous devons le faire remarquer, parce qu'il a provoqué en faveur de la paléontologie le témoignage éclatant que nous venons de reproduire. Nous savons tous que ce témoignage émane de l'un des géologues qui ont le plus honoré la stratigraphie par les brillants succès de leurs études sur le continent américain. Ainsi, tous les bons esprits, voués à la science, sont aujourd'hui guidés par le même rayon de lumière qui sillonne la surface entière du globe.

D'après les documents qui accompagnent le mémoire du professeur Rogers, nous voyons que la roche de Braintree, renfermant les *Paradoxides*, est un schiste argileux, gris-bleu, contenant du silicate de chaux et quelques pyrites de fer disséminées, mais point de carbonate calcaire. Dans cette localité, elle est moins altérée par le métamorphisme que dans le voisinage de la syénite, où elle est chargée de nodules d'épidote, et prend toute l'apparence des schistes altérés de Nahant, qui semblent occuper un horizon plus élevé.

Ainsi, nous pouvons très bien concevoir que nos savants confrères d'Amérique ne s'attendaient nullement à découvrir des Trilobites bien conservés, au milieu des masses métamorphiques. Cependant, ce n'est pas une découverte absolument nouvelle ; car tout le monde a pu voir dans les belles galeries de l'École des mines, à Paris, des échantillons de schistes maclifères de Bretagne, renfermant des fragments très reconnaissables de fossiles de la faune seconde silurienne. Mais la conservation des *Paradoxides* à Braintree offre encore un plus grand intérêt, parce que ces Tri-

lobites représentent une faune antérieure, et séparée peut-être de la faune seconde par un grand laps de temps.

Lorsque des fossiles si distincts se retrouvent dans une contrée où le métamorphisme a réagi sur une grande échelle, pourquoi devrions-nous donc supposer qu'il a existé, dans d'autres régions métamorphiques, des faunes entières, dont les vestiges auraient été effacés pour toujours?

Nous avons entendu dans cette enceinte de très respectables savants exprimer l'espoir qu'on découvrirait un jour, au-dessous de l'horizon de la faune dite primordiale, une série de faunes plus anciennes. Aujourd'hui, l'accomplissement de cette espérance nous semble encore plus ajourné que jamais, puisque l'une des contrées métamorphiques, dans lesquelles l'imagination se plaisait à renfermer des êtres inattendus, nous révèle simplement l'existence des mêmes Trilobites, qui constituent la faune primordiale.

Cependant nous sommes loin de prétendre que l'horizon de cette faune est le plus bas de tous ceux sur lesquels on peut espérer de rencontrer des restes organiques. Nous pensons, au contraire, que quelques représentants de la vie ont pu exister, avant l'époque que nous avons désignée par ce nom. Les rares fossiles découverts dans les roches du Longmynd, en Angleterre, et dans celles de Bray-Head, en Irlande, paraissent, en effet, indiquer que les roches dites *azoïques* ne sont pas partout absolument dépourvues de vestiges d'organisation; mais nous avons aussi déjà exposé dans cette enceinte les motifs qui nous portent à considérer ces êtres sporadiques, comme les avant-coureurs de notre faune primordiale.

Afin que les savants n'attribuent point à cette dénomination un sens trop absolu et que nous n'avons jamais voulu lui donner, nous rappellerons qu'à l'origine, en 1846, nous n'avons appliqué ce nom, ou bien les termes équivalents de *schistes protozoïques*, qu'au bassin silurien de la Bohême. Depuis lors, si ces expressions locales ont été étendues successivement à diverses contrées, c'est uniquement parce que les caractères des êtres primordiaux de Bohême se sont retrouvés, d'une manière évidente, à de grandes distances sur le globe. Cette extension n'était ni prévue, ni attendue par nous, bien que nous ayons été le premier à la reconnaître, d'après les documents publiés. Si nous avions pu la soupçonner d'avance, nous eussions cherché des termes moins exclusifs, et nous eussions aussi évité d'employer celui de terrain *azoïque*, qui était déjà introduit dans la science.

Ce sont donc des circonstances imprévues et résultant d'heureuses découvertes, presque simultanées sur les deux continents,

qui ont fait sortir de ses limites naturelles le nom de faune primordiale. Malgré cette extension, ce nom conserve encore sa rigoureuse exactitude, dans toutes les contrées auxquelles il a été appliqué, tout aussi bien qu'en Bohême, à l'exception des îles Britanniques.

Considérons encore, qu'après les recherches actives qui ont été faites depuis plus de vingt-cinq ans, en Europe comme en Amérique, il nous reste peu d'espoir de voir une série de fossiles, assez nombreuse pour mériter le nom de faune, se manifester dans les terrains que nous nommons azoïques. Notre opinion à ce sujet se fonde principalement sur une considération, que nous avons déjà exposée dans notre *Parallèle entre la Scandinavie et la Bohême* (p. 44) et que nous rappelons en quelques mots :

La faune actuelle est la plus riche de toutes celles qui ont existé, si l'on compte les embranchements, les classes, les familles et les types quelconques qui la composent. A partir de cet horizon, si l'on parcourt l'échelle géologique, on voit disparaître, à chaque degré, quelques-uns des types les plus élevés dans l'organisation. Cette disparition se fait d'une manière progressive, mais un peu irrégulière, en raison de la profondeur ou de l'ancienneté relative des faunes. On pourrait cependant dire, que celles-ci se réduisent suivant une progression arithmétique, qui fait disparaître d'abord certaines classes et puis l'embranchement tout entier des vertébrés. Les autres embranchements éprouvent une réduction analogue, de sorte que, lorsque nous parvenons sur l'horizon de la faune primordiale, nous ne trouvons plus qu'une seule famille développée, celle des Trilobites, représentant les articulés, et quelques espèces isolées, avant-coureurs sporadiques des mollusques et des radiaires.

Cette loi de réduction graduelle du nombre des types organiques, à mesure qu'on s'enfonce dans la série verticale des faunes, nous paraît si bien établie, qu'il nous semblerait impossible de concevoir qu'elle ne dût pas s'appliquer également au-dessous de l'horizon de la faune primordiale. Or, si nous concevons par la pensée des faunes antérieures, et par conséquent plus réduites, de quoi pourront-elles se composer, si ce n'est de quelques espèces isolées? Nous arrivons donc par cette considération, à reconnaître un commencement indubitable de la vie organique, si ce n'est absolument sur l'horizon de la faune primordiale, du moins à une distance verticale, qui ne saurait être considérable.

6° Dans ma communication du 21 mars, j'avais encore signalé à la Société un autre *Paradoxides*, offrant quelques rapports géo-

graphiques avec celui des environs de Boston, puisqu'il a été trouvé sur l'île de Terre-Neuve. Je puis aujourd'hui compléter cette indication, grâce à une intéressante notice publiée par M. Salter, dans le *Quarterly journal* (novembre 1859, vol. XV, p. 551), et à une communication particulière de ce savant paléontologue du *Geological Survey*.

Ce nouveau *Paradoxides*, qui se nomme *P. Bennetti*, Salt., provient de la localité nommée Branch, sur le promontoire qui sépare les deux baies de Sainte-Marie et de Placentia, dans l'île de Terre-Neuve. La roche qui le contient est un schiste siliceux, dur et à grain fin. Suivant M. Bennett, qui a envoyé les premiers spécimens à l'institution de Bristol, elle renferme beaucoup d'autres fossiles, qui, à une date très-récente, n'étaient pas encore connus de M. Salter.

La figure donnée par M. Salter et le texte qui l'accompagne nous montrent que *P. Bennetti* appartient au groupe de *P. spinosus*, mais se distingue de ce dernier par divers caractères et surtout par la grande largeur de sa tête, contrastant avec l'exiguïté de ses pointes génales, qui dépassent à peine le troisième segment thoracique. En outre, le thorax paraît n'être composé que de seize segments, au lieu de dix-huit, qu'on sait exister dans l'espèce de Bohême.

Il faut remarquer, que la largeur de 9 pouces et demi anglais, indiquée par M. Salter pour la tête de cette espèce, et qui équivaut environ à 24 centimètres, indique une taille à peu près égale à celle de nos plus grands spécimens de *P. spinosus*, qui ne sont pas figurés. Seulement, l'espèce de Terre-Neuve l'emporte en largeur, sur toutes celles que nous connaissons. Toute son apparence la distingue suffisamment des autres formes du même genre.

7° La notice de M. Salter renferme, en outre, la description et la figure de *Conocephalus antiquatus*, Salt., que j'ai mentionné dans ma communication du 21 mars, comme ayant été trouvé par le docteur Feuthtwanger, sur un point peu exploré dans la Géorgie, aux Etats-Unis. Cette espèce présente aussi pour nous un grand intérêt, non-seulement parce qu'elle établit la présence de la faune primordiale dans cette contrée, mais encore parce qu'elle se rapproche tellement de *C. striatus* de Bohême, qu'elle ne peut en être distinguée que par une minutieuse comparaison des éléments secondaires du corps.

En somme, les rapports entre la faune primordiale de Bohême et celle de l'Amérique septentrionale deviennent de plus en plus

marqués par les découvertes que je viens d'indiquer. Bien que, suivant nos idées, pour établir ses horizons géologiques, la science ne soit pas obligée de chercher des formes identiques, dans les contrées éloignées, c'est toujours un fait très-satisfaisant, de reconnaître la présence d'une même forme ou de formes très rapprochées, dans des parages géographiquement aussi distants que les États-Unis et la Bohême.

8° Ma communication du 21 mars ayant pour but de montrer l'étendue et l'indépendance de la faune primordiale, je regrette beaucoup de n'avoir pas connu, à cette époque, un travail que j'aurais pu citer, pour mieux montrer son développement et ses caractères tranchés, dans l'Amérique septentrionale.

Je veux parler du mémoire très remarquable, publié par le docteur J.-J. Bigsby, en trois parties successives, dans le *Quarterly Journal*, en 1858 et 1859. Ce travail, résumant d'une manière claire et concise tous les faits relatifs aux terrains silurien et dévonien de l'État de New-York, les groupe et les compare sous des points de vue très instructifs et nouveaux. En même temps, il établit un parallèle entre les faunes siluriennes de cette région américaine et celles de la contrée classique du pays de Galles, en Angleterre.

L'étude approfondie que le docteur Bigsby a faite, pendant longues années, des terrains paléozoïques des Etats-Unis et du Canada, donne à ses appréciations une haute importance et mérite toute notre attention.

Or, le docteur Bigsby nous apprend, que le grès de Potsdam, renfermant la faune primordiale sur le continent américain, présente un développement, dont nous ne saurions nous faire une idée, dans les étroites limites de notre vieille Europe. En effet, il évalue son périmètre soigneusement reconnu, à environ 3600 milles anglais, ce qui équivaut à environ 5800 kilomètres. Bien que les formations superposées recouvrent la majeure partie de la surface de ce grès protozoïque et la réduisent souvent à une simple bordure de quelques milles de largeur, l'étendue géographique occupée par ce dépôt lui donne une importance évidente, qui vient rehausser son exiguïté relative en Europe. Par contraste, la richesse relative à la faune primordiale, en Europe, compense ce qui lui manque en étendue horizontale, si on la compare à la faune correspondante de l'Amériqne septentriole.

A l'époque de ma dernière communication, le grès de Potsdam, considéré dans les limites de l'État de New-York, n'avait encore présenté aucun trilobite, mais seulement quelques lingules. Or, le docteur Bigsby nous apprend que, très récemment,

on a découvert dans cette contrée et sur l'horizon qui nous occupe trois espèces de trilobites, qu'il énumère dans ses tableaux et qui sont identiques avec trois des formes du genre *Dikelocephalus*, signalées par le docteur Dale Owen, dans les contrées du nord-ouest. Cette découverte est importante, d'abord, en ce qu'elle nous montre, que les plus anciens crustacés ne manquaient pas réellement dans les grès protozoïques de New-York ; en second lieu, parce qu'elle indique par l'identité des trois espèces observées, qu'il y avait une sorte d'uniformité parmi les représentants de la vie animale, dans cet immense bassin. Ce fait tendrait aussi à confirmer l'opinion du docteur Bigsby, qui semble penser, que le bassin du grès de Potsdam s'étend au-dessous des autres formations, sur toute la surface enfermée dans son périmètre.

Au sujet de l'indépendance de la faune primordiale, dans l'Amérique septentrionale, le docteur Bigsby s'exprime de la manière à la fois la plus laconique et la plus positive, en disant : *Le grès de Potsdam ne reçoit ni ne transmet la vie* (*Quarterly Journal*, novembre 1857, p. 450). Cette indépendance est d'ailleurs facilement reconnaissable, puisqu'il s'agit seulement de quelques espèces.

Ainsi, les faits et les opinions que nous avons exprimés, au sujet de la faune primordiale d'Amérique, se trouvent pleinement confirmés par la respectable autorité du docteur Bigsby, qui a été conduit à des conclusions identiques avec les nôtres, par les études les plus sérieuses et les plus indépendantes.

9° *Rectification importante.* — Dans notre communication du 21 mars 1859 (*Bull. de la Soc. géol.*, XVI, p. 516), nous avons cité deux espèces : *Didymograpsus geminus* et *Orthis calligramma*, comme énumérées par M. Théodore Kjérulf, parmi celles de la faune primordiale, c'est-à-dire de son étage n° 2, des environs de Christiania, et nous avons ajouté, que ce fait semblait exiger une nouvelle confirmation.

Au moment où nous avons écrit ce passage, il nous était impossible de nous procurer le mémoire de M. Kjérulf, pour le consulter. Nous avons donc admis le fait relatif aux deux espèces citées, d'après les documents publiés à deux reprises différentes par sir Roderick Murchison, savoir : 1° en 1858, dans une note spéciale sur les travaux de M. Kjérulf (*Quarterly Journal*, febr., p. 39); 2° dans la *Siluria*, troisième édition, p. 507, 1859.

Étant retourné à Prague, nous nous sommes empressé de recourir au second mémoire de M. Kjérulf, et nous avons constaté,

avec beaucoup de satisfaction, que les deux espèces en question ne se trouvent pas réellement dans la liste de celles qu'il cite comme caractérisant son étage n° 2, c'est-à-dire la faune primordiale de la contrée décrite. Au contraire, la première mention que ce savant fait de ces deux espèces n'a lieu que dans l'étage n° 3, c'est-à-dire au milieu des formes les plus caractéristiques de la faune seconde, comme *O. duplex*, *A. expansus*, etc.

D'après ces documents authentiques, nous voyons que la faune primordiale maintient aux environs de Christiania, par rapport à la faune seconde, la même indépendance que nous lui avons reconnue, dans toutes les autres régions énumérées dans notre revue du 21 mars 1859.

Nous saisissons avec empressement la première occasion qui se présente, pour rectifier notre erreur involontaire, et pour prier M. Th. Kjérulf d'avoir la bonté de l'excuser, en considération de la source très respectable, où nous l'avons puisée, au moment où toute vérification des faits nous était impossible.

M. Hébert reconnaît et constate que la faune primordiale est la plus ancienne connue, mais qu'il n'en faut pas conclure l'impossibilité d'en rencontrer un jour une plus ancienne.

Séance du 21 mai 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Laurent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. R. Thomassy, *Géologie pratique de la Louisiane*, in-4, 264 p., 6 pl. Paris, 1860 ; chez Lacroix et Baudry.

De la part de M. Boucher de Perthes, *Antiquités celtiques et antédiluviennes*, 2 vol. in-8. Paris, 1856 et 1857 ; chez Treuttel et Wurtz.

De la part de M. le professeur G. Campani, *Su i migliora-*

menti operati nel Museo di storia naturale della R. Accademia dei Fisiocritici di Siena nel 1859, in-8, 22 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 19 et 20. — *Tables des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 2e semestre, 1859, t. XLIX.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. VII, 1859. — *Bulletin des séances*, f. 21-25.

Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2e sér., t. XV, n° 2, 1860.

L'Institut, nos 1375 et 1376, 1860.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, etc., du département de l'Aube, nos 51 et 52, IIIe et IVe trim. 1859.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, n° 4, avril 1860.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, etc., du département d'Indre-et-Loire, t. XXXVII, 3e et 4e trim. 1857.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, avril 1860.

Société imp. d'agriculture, sciences, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, industrielle et littéraire, mars 1860.

Annuaire de l'Institut des provinces, des Sociétés savantes et des Congrès scientifiques, 1860.

The Athenæum, nos 1698 et 1699, 1860.

Revista minera, t. XI, n° 240, 15 mai 1860.

M. de Verneuil communique la lettre suivante de M. Caux, commissaire du chemin de fer à Creil :

Creil, 10 mai 1860.

Monsieur,

Je ne suis pas géologue, mais je m'intéresse beaucoup à tous les progrès de la science, dont je suis de loin les éclatantes découvertes. Celles de M. Boucher de Perthes, d'Abbeville, ont imprimé à la géologie un mouvement auquel il n'était point possible de ne pas s'associer. Je crois pouvoir apporter un fait de plus pour les confirmer; mais je n'oserais le faire sans vous avoir soumis à la fois mes doutes et les pièces du procès.

Dans la sablière de Précy (Oise), exploitée pour le chemin de fer du Nord, on a trouvé plusieurs morceaux de dents d'Éléphant, dont je vous prie d'accepter un spécimen. J'y joins, pour être examiné par vous, un silex qui affecte la forme des haches celtiques et sur

lequel je crois voir des traces d'un travail non terminé. Il provient également de cette sablière.

Veuillez avoir l'obligeance de porter votre attention sur ce morceau de pierre silencieuse que votre science saura faire parler, et, si vous ne croyez pas invraisemblable que le travail de l'homme y soit resté écrit, le présenter à la Société géologique, dont le zèle pour les intérêts de la science n'a pas besoin d'être rappelé.

Agréez, etc.

Le silex mis sous les yeux de la Société, ajoute M. de Verneuil, est évidemment une de ces haches imparfaites comme celles des environs d'Amiens et d'Abbeville, et la dent a appartenu à un *Elephas primigenius*. La sablière de Précy, qui fournit du ballast au chemin de fer du Nord, est au milieu de la vallée de l'Oise, dans les mêmes conditions que celles de Grenelle où M. Gosse vient de découvrir également quelques silex taillés mêlés à des ossements d'Éléphants. Cette association de débris d'espèces perdues et d'instruments faits de main d'homme, découverte d'abord par M. Boucher de Perthes aux environs d'Abbeville, semble donc se généraliser.

M. Thomassy fait hommage à la Société d'un ouvrage géologique sur la Louisiane.

M. Buteux présente à la Société, au nom de l'auteur, l'ouvrage de M. Boucher de Perthes sur les antiquités celtiques.

M. d'Archiac lit une Notice biographique sur M. Dufrénoy.

La Société remercie M. d'Archiac de l'empressement qu'il a mis à se rendre aux vœux de la Société.

M. Delesse présente le travail suivant :

Recherches sur les pseudomorphoses, par M. Delesse (1).

Lorsqu'un minéral se présente sous une forme qui ne lui appartient pas, il donne lieu à ce que l'on appelle une *pseudomorphose*. Le nombre des pseudomorphoses est assurément très considérable ; mais, dans ces dernières années, il paraît avoir été démesurément exagéré, par suite d'une confusion des pseudo-

(1) Voir, pour plus de développements, *Annales des mines* 6e livraison de 1859.

morphoses avec l'association des minéraux, et surtout avec *l'enveloppement.*

L'enveloppement présente en effet des particularités remarquables, qu'il importe d'abord de signaler. Ainsi, il peut être facilement constaté entre les variétés d'un même minéral. Par exemple, l'hornblende des schistes cristallins enveloppe quelquefois de l'actinote. Le mica blanc d'argent du granite renferme du mica brun tombac. Il en est de même pour la tourmaline, qui présente souvent des variétés bien distinctes vertes et roses réunies dans le même cristal. En outre, l'enveloppement de deux minéraux peut être réciproque. C'est ce qui a lieu pour le grenat et l'idocrase, le pyroxène et l'amphibole, l'andalousite et le disthène, la staurotide et le disthène, l'émeraude et la topaze, le feldspath et la natrolite. L'enveloppement réciproque n'indique pas des conditions tout à fait inverses dans l'origine des minéraux, car il s'observe jusque dans la même roche et dans le même cristal.

Si l'on considère deux minéraux cristallisés, leur enveloppement peut être accompagné d'orientation. Cette orientation a lieu par rapport à un centre, comme pour le quartz et le feldspath dans la pyroméride. Elle a lieu aussi par rapport à des axes, comme pour la staurotide et le disthène, pour l'hornblende et le diallage dans l'euphotide, pour l'hornblende et l'hypersthène dans l'hypérite, pour l'hornblende et l'augite dans l'ouralite, pour l'augite et le schillerspath dans le schillerfels.

Quelle est maintenant la proportion du minéral enveloppé ? Il est facile de voir qu'elle peut être très grande et même bien supérieure à celle du minéral enveloppant.

La chaux carbonatée quartzifère de Fontainebleau, même quand elle a cristallisé en rhomboèdres très nets, renferme jusqu'à 65 pour 100 de sable. Quand elle est simplement concrétionnée ou globuleuse, elle en renferme plus de 80 pour 100. Dans cette circonstance, le sable était une matière inerte, mélangée à la chaux carbonatée, et qui devait gêner sa cristallisation ; cependant sa proportion était déjà très grande. Mais quand les deux minéraux ont cristallisé simultanément, ils se sont moins gênés, et leur proportion peut, pour ainsi dire, être quelconque. On sait, par exemple, que le quartz renferme souvent une multitude d'aiguilles de rutile ou bien de paillettes de mica et de chlorite qui y sont disséminées de la manière la plus intime. Le grenat d'Arendal, de la Bergstrasse et du Canigou, qui enveloppe la chaux carbonatée saccharoïde, est quelquefois aussi mince qu'une feuille de papier. Lorsque le grenat a cristallisé dans le quartz, il

en a de même enveloppé une très grande proportion ; c'est par exemple, ce que j'ai constaté dans les schistes cristallins du Saint-Gothard.

Les globules de certaines roches feldspathiques, comme la pyroméride, sont formés de feldspath et de quartz hyalin. Dans l'un de ces globules provenant de Wuenheim, j'ai trouvé 88 de silice ; ce qui suppose environ 1/3 de feldspath et 2/3 de quartz. Bien que la formation du globule paraisse surtout devoir être attribuée au feldspath, le quartz s'y trouve cependant en quantité double.

En général, lorsque deux minéraux sont associés et s'enveloppent, leur proportion est très variable ; c'est tantôt le minéral enveloppant et tantôt le minéral enveloppé qui domine ; suivant les circonstances, l'un ou l'autre d'entre eux peut d'ailleurs diminuer peu à peu et enfin disparaître entièrement.

Comme les forces qui déterminent la cristallisation ont une grande énergie, de même que toutes celles qui accompagnent les changements d'état, le minéral enveloppant se trouve quelquefois en proportion tellement petite, qu'il est entièrement dissimulé par le minéral enveloppé.

Lorsqu'un minéral est enveloppé dans un autre, trois cas peuvent d'ailleurs se présenter, suivant qu'il lui est antérieur, contemporain ou postérieur. Ainsi, le quartz en grains qui est enveloppé par la chaux carbonatée de Fontainebleau lui est nécessairement antérieur. Dans ce cas, il y a simplement mélange du minéral enveloppé qui est resté inerte. Lorsque l'enveloppement est accompagné d'orientation comme dans les divers exemples qui viennent d'être cités, le minéral enveloppé me paraît être contemporain de celui qui l'enveloppe ; et c'est surtout bien visible pour le disthène et la staurotide, l'hornblende et le diallage ou l'hypersthène, l'hornblende et l'augite dans l'ouralite, le feldspath et le quartz dans les roches globuleuses.

Il ne suffit pas évidemment qu'un minéral s'observe dans un autre pour qu'on soit en droit de le regarder comme pseudomorphique ; il faut encore qu'il en prenne complétement la forme. Du reste, suivant les circonstances, un même minéral enveloppé est tantôt contemporain et tantôt postérieur à celui qui l'enveloppe ; c'est dans ce dernier cas seulement qu'il peut être pseudomorphique, mais il ne l'est pas nécessairement. Il est donc facile de comprendre pourquoi beaucoup de minéraux ont été regardés comme pseudomorphiques, tandis qu'en réalité ils étaient simplement enveloppés ou enveloppants.

Maintenant d'autres minéraux, tels, par exemple, que l'achmite et l'asbeste, ne sont pas des produits d'altération, comme l'admettent certains minéralogistes ; ce sont des bisilicates ayant des caractères spéciaux et différant des variétés habituelles par leur composition chimique ou par leur structure.

Les remarques précédentes conduisent à réduire notablement les pseudomorphoses ; cependant, lorsqu'on en dresse un tableau général, on trouve que leur nombre est encore très considérable. (*Voir le tableau ci-contre.*)

On observe d'abord quelques particularités analogues à celles qui ont été signalées pour l'enveloppement. Ainsi certains minéraux sont pseudomorphosés par leurs propres variétés. Le quartz hyalin, par exemple, peut être remplacé par la calcédoine ou par l'opale.

Quelques minéraux offrent aussi des pseudomorphoses réciproques. Car, si le spath fluor pseudomorphose la chaux carbonatée, dans d'autres circonstances cette dernière pseudomorphose à son tour le spath fluor. Il en est de même pour l'argent natif et l'argent rouge, la galène et le plomb phosphaté, le cuivre sulfuré et la pyrite de cuivre, la pyrite de fer et la marcasite, la pyrite de fer et l'hématite, le fer oxydulé et l'hématite, l'hématite et la limonite, le scheelin calcaire et le wolfram, la chaux carbonatée et le gypse.

Les corps simples sont rarement pseudomorphiques. Quand ce sont des métaux, tels que l'argent, le cuivre, l'antimoine, ils proviennent ordinairement de la réduction de minerais qui contenaient ces mêmes métaux.

Les sulfures et arséniures pseudomorphosent le plus souvent d'autres sulfures et arséniures. Cependant ils se substituent aussi à quelques oxydes, à la baryte sulfatée, à la chaux carbonatée et en général aux minéraux des gîtes métallifères. Du reste, ils n'ont pas été observés sous la forme de silicates, ni même d'hydrosilicates.

Parmi les sulfures pseudomorphiques, la pyrite de fer est de beaucoup la plus importante, ce qui s'explique par sa grande fréquence dans toute espèce de roches.

Les oxydes pseudomorphosent les minéraux les plus variés. Ils remplacent généralement d'autres oxydes ; mais en outre, des sulfures, des carbonates, des sulfates, quelquefois même des silicates. La limonite et le quartz donnent le plus grand nombre de pseudomorphoses.

MINÉRAL PSEUDOMORPHIQUE	SUBSTANCE ORIGINAIRE — NON ORGANISÉE. CORPS SIMPLES.	SULFURES, ARSÉNIURES.	FLUORURES, CHLORURES.	OXYDES.	SILICATES ET HYDROSILICATES.	TUNGSTATES, SULFATES, PHOSPHATES, ARSÉNIATES.	CARBONATES.	ORGANIS. VÉGÉTAUX, ANIMAUX
CORPS SIMPLES.								
Argent.	. . . .	Argent sulfuré, argent rouge.	Bromure d'argent.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	*v*
Cuivre.	. . . .	. . . . .	. . . . .	Cuivre oxydulé. .	. . . . .	. . . . .	Arragonite.	*v* . . . *a*
Antimoine.	. . . .	. . . . .	. . . . .	Valentinite.				
Soufre.	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	*v* . . . *a*
Graphite.	. . . .	Pyrite.						
SULFURES, ARSÉNIURES.								
Argent sulfuré. .	Argent. .	Argent rouge.						
Philippsite.	. . . .	Galène, cuivre sulfuré.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . *a*
Galène.	. . . .	Bournonite.	Cotunnite . .	. . . . .	. . . . .	Pyromorphite. . .	Chaux carbonatée, plomb carbonaté.	*v* . . . *a*
Blende.	. . . .	. . . . .	Chaux fluatée	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Chaux carbonatée, dolomie.	. . . . *a*
Cuivre sulfuré. .	Cuivre ?.	Galène, pyrite de cuivre.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	*v*
Cinabre.	. . . .	Pyrite de fer, cuivre gris.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	*v* . . . *a*
Pyrite.	. . . .	Argent sulfuré, galène, blende, pyrite magnétique, margasite, leucopyrite, mispickel, pyrite de cuivre, pyrargyrite, argent rouge, polybasite.	Chaux fluatée	Fer oxydulé, hœmatite, limonite, quartz	. . . . .	Baryte sulfatée, anhydrite.	Chaux carbonatée, dolomie, fer carbonaté, arragonite.	*v* . . . *a*
Marcasite.	. . . .	Argent sulfuré, pyrite, argent noir.	Chaux fluatée	Limonite, quartz.	. . . . .	Baryte sulfatée. .	Chaux carbonatée.	
Leucopyrite. . . .	. . . .	Argent noir.						
Mispikel	. . . .	Pyrite magnétique.						

Marcasite.		Rouge, polybasite, Argent sulfuré, pyrite, argent noir.	Chaux fluatée	Limonite, quartz.				
Cavelline		Argent noir. Pyrite de cuivre						
		pyrite magnétique, tellure auroplombifère, cuivre gris, nadelerz.						
Hétéromorphite.		Plagionite.						
Argent rouge.	Argent.							
Cuivre gris.		Galène.						
Stéphanite.		Polybasite.						
FLUORURES. CHLORURES.								
Sel marin.							Dolomie.	
Chlorure d'argent.	Argent.	Argent rouge, bournonite.						
Chaux fluatée.						Baryte sulfatée.	Chaux carbonatée.	v . . . a
OXYDES.								
Cuivre oxydulé.	Cuivre.	Pyrite de cuivre.						
Fer oxydulé.				Hœmatite.	Amphibole, mica, sphène.		Fer carbonaté.	
Zinc oxydé.		Blende.						
Hématite.		Pyrite, marcasite, galène.	Chaux fluatée	Fer oxydulé, gœthite, limonite, quartz.	Grenat, feldspath.	Baryte sulfatée, anhydrite, fer arséniaté.	Chaux carbonatée, dolomie, fer carbonaté, plomb carnaté.	. . . . a
Cuivre oxydé noir.		Cuivre sulfuré, pyrite de cuivre.		Cuivre oxydulé ?.				
Oxyde d'étain.				Quartz	Feldspath.			
Braunite.				Manganite.	Pyroxène (rhodonite).			
Haussmanite.				Manganite.			Chaux carbonatée, dolomie.	
Rutile.				Anatase.				
Brookite.					Sphène.			
Pyrolusite.				Manganite, Polianite.	Pyroxène (bustamite).		Chaux carbonatée, dolomie, smithsonite.	. . . . a
Minium.		Galène.				Pyromorphite.	Chaux carbonatée, plomb carbonaté.	
Gœthite.		Pyrite.		Cuivre oxydulé.	Calamite.	Baryte sulfatée, vivianite.	Chaux carbonatée, dolomie, smithsonite, plomb carbonaté.	
Manganite.							Chaux carbonatée.	
Limonite.		Galène, blende, pyrite, marcasite, leucopyrite.	Chaux fluatée	Cuivre oxydulé, fer oxydulé, hœmatite, quartz, gœthite.	Pyroxène, émeraude, grenat, staurotide, tourmaline, thomsonite, comptonite.	Pyromophite, scorodite, fer arséniaté, baryte sulfatée, gypse.	Chaux carbonatée, dolomie, fer carbonaté, ankérite, smithsonite, plomb carbonaté.	v . . . a

MINÉRAL PSEUDOMORPHIQUE	SUBSTANCE ORIGINAIRE — NON ORGANISÉE. CORPS SIMPLES.	SULFURES, ARSÉNIURES.	FLUORURES, CHLORURES.	OXYDES.	SILICATES ET HYDROSILICATES.	TUNGSTATES, SULFATES, PHOSPHATES, ARSÉNIATES.	CARBONATES.	ORGANIS. VÉGÉTAUX, ANIMAUX
OXYDES (*suite*).								
Psilomelane. . . .	. . . . .	. . . . .	Chaux fluatée	Pyrolusite. . . .	. . . . .	Baryte sulfatée, fer arséniaté.		
Wad.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Chaux carbonatée.	
Atacamite.	Cuivre.							
Acide arsénieux. .	. . . . .	Réalgar.						
Valentinite	Antimoine.	Antimoine sulfuré, kermes.						
Bismuth oxydé. . .	. . . . .	Aïkinite.						
Kermès.	. . . . .	Antimoine sulfuré.						
Cervantite.	. . . . .	Antimoine sulfuré.						
Quartz, calcédoine, opale et variétés.	. . . . .	Antimoine sulfuré, galène, blende, pyrite.	Chaux fluatée	Corindon, cuivre oxydulé, manganite, quartz et variétés.	Augite, hornblende basaltique, grenat, paranthine, mica, feldspath, calamine, analcime, natrolite, scolezite, heulandite, stilbite, datholite.	Chaux tungstatée, wolfram, baryte sulfatée, célestine, anhydrite, gypse, plomb sulfaté, pyromorphite.	Chaux carbonatée, dolomie, fer carbonaté, manganèse carbonaté, smithsonite, plomb carbonaté, barytocalcite.	
SILICATES.								
Pinites, Bonsdorffite, pyrargillite.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Iolite (dichroïde, cordiérite)?.			
Mica.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Idocrase?, paranthine?, épidote?, néphéline, feldspath (orthose, albite), tourmaline.	. . . . .	. . . . .	*v*
Feldspath (orthose).	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Laumonite, prehnite, analcime.	. . . . .	Chaux carbonatée.	
Feldspath vitreux (eisspath).	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Amphigène.			
Feldspath (albite).	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Paranthine.			

rite.								
Tourmaline.					Orthose.			
SILICATES HYDRATÉS MAGNÉSIENS.								
Stéatite, talc.				Quartz et silex.	Augite, amphibole, couzeratite, mica, topaze, pectolite, analcime, mésole	Baryte sulfatée.	Chaux carbonatée, magnésie carbonatée, dolomie.	*v* . . . *a*
Écume de mer.				Silex ?.				
Serpentine.					Péridot, grenat, hornblende		Chaux carbonatée, oligonspath.	*v*
Chlorite.			Chaux fluatée	Limonite, quartz.	Grenat, paranthine (couzeranite), axinite.			
Clintonite.					Pyroxène (fassaïte).			
Terre verte.				Martite.	Pyroxène (augite), amphibole (hornblende), prehnite, chabasie.	Baryte sulfatée.	Chaux carbonatée.	
SILICATES HYDRATÉS NON MAGNÉSIENS.								
Pectolite.					Analcime.			
Cuivre hydrosiliceux (kupfer pecherz).	Cuivre.	Galène, phillipsite, cuivre sulfuré, pyrite de cuivre, cuivre gris.		Cuivre oxydulé.		Libéthénite, chalkophyllite.	Dolomie, plomb carbonaté, azurite.	
Thorite (orangite).					Feldspath.			
Calamite.		Galène, blende.				Pyromorphite, plomb vanadaté.	Chaux carbonatée, dolomie.	
Prehnite.					Laumonite, leonhardite, analcime, natrolite, scolezite.		Chaux carbonatée.	
Carpholite.						Wolfram.		
Analcime.					Laumonite.		Chaux carbonatée ?.	
Thomsonite.					Néphéline.			
Natrolite.							Chaux carbonatée.	
Scolezite.					Apophyllite.		Chaux carbonatée.	
Argiles (kaolin, lithomarge, halloysite, lenzinite, collyrite, etc.).		Pyrite.	Sel marin, chaux fluatée.	Quartz.	Pyroxène, émeraude, paranthine (porcellanspath, couzéranite), sodalite, amphigène, feldspath, orthose, anorthose, topaze.	Wolfram, apatite.		*v* . . . *a*

MINÉRAL PSEUDOMORPHIQUE	SUBSTANCE ORIGINAIRE — NON ORGANISÉE. CORPS SIMPLES.	SULFURES, ARSÉNIURES.	FLUORURES, CHLORURES.	OXYDES.	SILICATES ET HYDROSILICATES.	TUNGSTATES, SULFATES, PHOSPHATES, ARSÉNIATES.	CARBONATES.	ORGANIS. VÉGÉTAUX, ANIMAUX
TUNGSTATES, MOLYBDATES.								
Scheelin calcaire.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Wolfram.		
Plomb molybdaté.	. . . .	Galène.						
Wolfram.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Chaux tungstatée.		
Plomb vanadaté.	. . . .	Galène.	. . . .	. . . .	Calamine.			
SULFATES.								
Baryte sulfatée.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Analcime.	. . . .	Chaux carbonatée, baryte carbonatée, barytocalcite.	*v* . . . *a*
Célestine.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Withérite, chaux carbonatée.	. . . . *a*
Anhydrite.	. . . .	. . . .	Sel marin.					
Plomb sulfaté.	. . . .	Galène.						
Polyhalite.	. . . .	. . . .	Sel marin.					
Gypse.	. . . .	. . . .	Sel marin.	Quartz.	. . . .	Anhydrite.	Chaux carbonatée, arragonite.	*v* . . . *a*
Couperose.	. . . .	Pyrite						
Alunite.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	*v*
PHOSPHATES, ARSÉNIATES.								
Apatite.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Couperose.		
Pyromorphite.	. . . .	Galène.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Plomb carbonaté.	
Pseudotriplite.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Triphylline.		
Chaux arséniatée.	. . . .	Réalgar.						
Vivianite.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Chaux carbonatée.	. . . . *a*
Cobalt arséniaté.	. . . .	Cobalt arsenical.						
Cacoxène.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Fer carbonaté.	
Béraunite.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	Vivianite.		

CARBONATES.								
Chaux carbonatée	. . . . .	Galène.	Sel marin, chaux fluatée.	Quartz, silex. . .	Pyroxène, grenat, feldspath, pectolite.	Baryte sulfatée, anhydrite, gypse, pyromorphite.	Dolomie, arragonite, gaylussite.	*v* . . . *a*
Dolomie.	. . . . .	. . . . .	Chaux fluatée	. . . . .	. . . . .	Baryte sulfatée, anhydrite.	Chaux carbonatée, plomb carbonaté.	. . . . *a*
Breunnerite. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Baryte sulfatée. .	Chaux carbonatée, plomb carbonatée.	. . . . *a*
Fer carbonaté. . .	. . . . .	Pyrite, galène.	Chaux fluatée	. . . . .	. . . . .	Baryte sulfatée. .	Chaux carbonatée, dolomie. .	*v*
Diallogite.	. . . . .	Galène.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Chaux carbonatée.	
Smithsonite.	. . . . .	Galène, blende. . . .	Chaux fluatée	Zinc oxydé.	. . . . .	Baryte sulfatée. .	Chaux carbonatée.	. . . . *a*
Arragonite.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gypse.	Withérite.	*v*
Withérite.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Baryte sulfatée, gypse.		
Plomb carbonaté.	. . . . .	Galène.	Cotunnite, chaux fluatée.	. . . . .	. . . . .	Baryte sulfatée, linarite, plomb sulfaté, plomb sulfato-carbonaté.	Chaux carbonatée.	. . . . *a*
Malachite.	Cuivre. .	Pyrite de cuivre, cuivre gris.	. . . . .	Cuivre oxydulé. .	Calamine.	. . . . .	Chaux carbonatée, plomb carbonaté, azurite.	*v*
Azurite.	. . . . .	Cuivre gris.	. . . . .	Cuivre oxydulé. .	. . . . .	. . . . .	Dolomie, plomb carbonaté. .	*v*
Zippeïte (uranochre).	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Pechblende. . . .	. . . . .	Uranite.		
Bismuthite.	Bismuth.	Bismuth sulfuré.						
SUBSTANCES ORGANIQUES.								
Lignite, houille, Anthracite.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	*v* . . . *a*

Les silicates et même les hydrosilicates pseudomorphosent surtout des minéraux de la même famille ; néanmoins les hydrosilicates prennent aussi la forme de minéraux très variés. Il est d'ailleurs assez rare que les silicates anhydres soient pseudomorphiques.

Les tungstates, les molybdates, les sulfates, les phosphates, les arséniates, ainsi que les carbonates, pseudomorphosent généralement les minéraux des gîtes métallifères. Parmi les carbonates, la chaux carbonatée mérite une mention spéciale comme l'un des minéraux pseudomorphiques les plus fréquents.

Lorsqu'on envisage les résultats dans leur ensemble, on voit qu'un minéral se substitue fréquemment à un autre appartenant à la même famille ; c'est du moins ce qu'il est facile de constater pour les sulfures, les oxydes, les silicates, les hydrosilicates et les carbonates.

Les substances organisées, qu'elles proviennent d'animaux ou de végétaux, sont aussi fréquemment pseudomorphosées.

Un même minéral peut être tantôt pseudomorphique et tantôt pseudomorphosé ; c'est même ce qui a lieu le plus généralement. Ces deux phénomènes sont, du reste, indépendants l'un de l'autre, et ils doivent nécessairement se produire dans des circonstances différentes, si ce n'est même tout à fait inverses.

Voici un tableau qui fait connaître le nombre de cas dans lesquels un même minéral est pseudomorphique ou pseudomorphosé ; il comprend seulement les minéraux les plus importants.

MINÉRAL.	PSEUDOMORPHIQUE.	PSEUDOMORPHOSÉ.
Pyrite	22	10
Chaux fluatée	2	14
Sel marin	1	5
Hématite	17	3
Limonite	29	4
Quartz	37	12
Péridot	»	1
Pyroxène	»	9
Amphibole	»	5
Grenat	»	6
Feldspath (orthose)	5	8
Feldspath (anorthose)	1	2
Amphigène	»	2
Mica	7?	3
Tourmaline	1	2
Talc et stéatite	14	»

MINÉRAL.	PSEUDOMORPHIQUE.	PSEUDOMORPHOSÉ.
Serpentine	3	»
Chlorite	8	»
Terre verte	7	»
Argiles	15	»
Baryte sulfatée	4	17
Anhydrite	1	6
Gypse	5	5
Chaux carbonatée	15	34
Dolomie	5	15
Fer carbonaté	6	7

Certains minéraux, notamment des silicates comme le péridot, le pyroxène, l'amphibole, le grenat, l'amphigène, ne paraissent pas être pseudomorphiques, tandis qu'au contraire des hydrosilicates comme le talc, la serpentine, la chlorite, la terre verte, les argiles, ne sont pas pseudomorphosés.

Lorsqu'on étudie le gisement des minéraux pseudomorphiques, on reconnaît qu'ils sont répartis d'une manière très inégale dans les différentes roches. Cependant c'est encore dans les roches métallifères et anormales qu'ils sont de beaucoup le plus fréquents. On peut d'ailleurs s'en rendre compte aisément, car ces roches ont la composition minéralogique la plus variée, elles renferment souvent des substances métalloïdes ou métalliques qui ne sont pas oxydées; elles sont très poreuses et elles présentent même un grand nombre de cavités; l'eau provenant soit de la surface, soit de l'intérieur de la terre, y trouve donc des conduits naturels et s'y infiltre facilement.

Dans les roches stratifiées normales, les minéraux pseudomorphiques appartiennent à un petit nombre d'espèces ; c'est généralement le quartz ou la silice à différents états, la chaux carbonatée, la pyrite de fer.

Les débris d'animaux et de végétaux sont très fréquents dans les roches stratifiées qu'ils constituent même en partie ; très souvent ces corps organisés ont été pseudomorphosés et ils le sont surtout par la silice, la chaux carbonatée, la pyrite de fer ; cependant ils peuvent l'être aussi par d'autres minéraux qui sont indiqués par le tableau (1).

Dans les roches éruptives, qu'elles soient ou ne soient pas volcaniques, ainsi que dans les roches métamorphiques, les minéraux pseudomorphiques sont principalement des silicates ou des

(1) R. Blum, *Nachtrag zu den pseudomorphosen*, p. 152.

hydrosilicates. Du reste, il était naturel qu'il en fût ainsi, puisque ces roches sont essentiellement formées de silicates.

En résumé, les minéraux pseudomorphiques sont extrêmement variés. Ce sont, en effet, des corps simples, des sulfures, des arséniures, des chlorures, des fluorures, des oxydes, des silicates, des hydrosilicates, des tungstates, des molybdates, des sulfates, des phosphates, des carbonates et quelquefois même des substances organiques ; ils appartiennent donc à toutes les familles du règne minéral.

D'ailleurs, les substances les plus insolubles et les plus infusibles sont pseudomorphosées ; telles sont le corindon, le spinelle, le quartz, l'amphigène, les silicates. D'un autre côté, les substances pseudomorphiques peuvent elles-mêmes être insolubles et infusibles.

M. Sorby donne ensuite lecture du travail suivant :

De l'action prolongée de la chaleur et de l'eau sur différentes substances; par M. H.-C. Sorby, F. R. S., etc.

Dans les expériences dont je vais communiquer brièvement les résultats à la Société, j'ai suivi en grande partie la voie ouverte par MM. Cagniard de Latour, de Sénarmont, Daubrée et autres expérimentateurs distingués ; mais cependant je m'en suis écarté, en tâchant d'arriver à mon but, moins par l'élévation de la température que par son action prolongée. Ayant à ma disposition une machine à vapeur à haute pression, j'ai placé dans la chaudière des tubes de verre hermétiquement clos, et renfermant des substances et solutions diverses; puis je les y ai maintenus à une température de 145 à 150 degrés centigrades pendant plusieurs mois. J'ai fait aussi quelques expériences à des températures variant de 75 à 100 degrés centigrades, dans une chaudière placée dans ma maison, et destinée simplement à me procurer de l'eau toujours chaude.

Mes recherches sont loin d'être complètes, et je veux seulement présenter à la Société quelques échantillons que j'ai apportés pour faire voir le caractère général des résultats auxquels je suis arrivé.

Je dirai d'abord que la décomposition des tubes de verre employés pour les expériences donne lieu à des faits très intéressants. J'ai reconnu que ceux en *crown-glass* sont les meilleurs,

BRITISH MUSEUM
G S D
NATURAL HISTORY.

Note de M. J. Barrande
sur la troncature de la coquille dans certains Céphalopodes paléozoïques.

Humbert del.

Lith. Buquet frères.

et résistent mieux que ceux en verre de Bohême, quoiqu'ils soient aussi modifiés en certains cas, même à des températures peu élevées. Le *flint-glass* d'Angleterre, contenant beaucoup d'oxyde de plomb, est décomposé avec une grande facilité par l'action prolongée de l'eau à des températures inférieures à 100 degrés centigrades, et cette action se fait sentir même sur le verre de Bohême.

J'ai trouvé aussi que si un fragment de *flint-glass* ou de verre de Bohême est renfermé dans un tube de *crown-glass* avec une petite quantité d'eau, la décomposition est plus énergique dans un temps donné que si la quantité d'eau est considérable, résultat qu'il faut attribuer sans doute à l'action plus intense de la solution de silicate alcalin provenant du verre décomposé, qui est d'autant plus concentrée qu'il y a moins d'eau.

Il est encore très curieux de voir qu'à une température de 145 à 150 degrés centigrades une solution d'acide nitrique assez forte a peu d'action, ou même n'en a pas du tout sur le *flint-glass*, tandis que l'eau pure change ce dernier et même le verre de Bohême en une substance blanche cristalline.

Mes résultats sont d'accord avec ceux de M. Daubrée; ils prouvent en outre que les décompositions qu'il a décrites ont lieu lentement, mais sûrement, à une température beaucoup plus basse.

J'ai aussi renfermé des morceaux de bois dans des tubes avec ou sans eau, et je les ai exposés à une température d'environ 145 degrés centigrades pendant un mois entier. Le bois sec a éprouvé peu de changement, tandis que celui soumis à l'action de l'eau est devenu tout à fait noir. Une substance noire, solide et brillante, s'est séparée du bois, et, quoique l'eau soit restée transparente et presque incolore, elle avait une réaction acide due à de l'acide acétique, et, quand le tube a été ouvert, il s'en est échappé beaucoup de gaz.

Nous voyons donc qu'à une haute température la carbonisation du bois est facilitée par la présence de l'eau, tandis qu'en même temps d'autres expériences prouvent que l'action de l'eau est augmentée par la chaleur.

J'ai reconnu aussi par les procédés que je viens d'exposer, qu'on peut faire artificiellement des pseudomorphoses complètes et des décompositions chimiques intéressantes. Dans ce vaste champ d'exploration, j'ai borné mes recherches à ce qui peut intéresser la chimie géologique.

Je ne puis donner ici une description des opérations par les-

quelles j'ai obtenu des pseudomorphoses artificielles ; je dirai seulement que j'ai soumis divers cristaux naturels à des dissolutions convenables et à des températures s'élevant jusqu'à 150 degrés, qui ont été maintenues pendant plusieurs mois. Il était surtout important de prouver qu'une température très modérée peut produire des changements très considérables au bout d'un temps suffisamment long.

Quand on examine au microscope les pseudomorphoses artificielles, on reconnaît qu'elles ressemblent à celles qui sont naturelles. On aperçoit une multitude de cristaux bien distincts qui adhèrent fortement l'un à l'autre.

Beaucoup de pseudomorphoses très belles et d'un très grand intérêt peuvent être obtenues à la température ordinaire. Je citerai, par exemple, les carbonates de cuivre, de zinc, de plomb, dans la forme de la chaux carbonatée, la baryte sulfatée dans la forme du gypse et de la baryte carbonatée, et la chaux carbonatée dans la forme du gypse.

Dans d'autres circonstances, bien qu'il n'y ait pas d'action à la température ordinaire, il se produit des pseudomorphoses à une température élevée, et alors les décompositions chimiques sont quelquefois complétement inverses de celles qui ont lieu à une température plus basse.

Ainsi, par exemple, à des températures variant de 100 à 150 degrés, j'ai obtenu des carbonates de fer et de magnésie dans la forme de la chaux carbonatée, de l'arragonite, de la baryte carbonatée, le carbonate de chaux dans la forme du carbonate de baryte et du spath fluor, des carbonates de baryte et de strontiane dans la forme de leurs sulfates, et du silicate de chaux dans la forme de la chaux carbonatée.

Par deux opérations, on peut remplacer complétement tous les éléments de certains cristaux ; par exemple, les carbonates de cuivre et de fer ont été produits dans la forme du gypse.

Ces expériences demandent un temps très long ; mais bien que je les regarde seulement comme commencées, les résultats que j'ai obtenus dès à présent me font espérer qu'elles en donneront encore d'autres qui ne seront pas moins intéressants.

M. Barrande demande à M. Sorby s'il a comparé les calcaires les plus anciens avec les nouveaux, et si les uns et les autres contiennent également des débris animaux.

M. Sorby répond que oui, et que presque toutes les roches

montrent au microscope des débris plus ou moins décomposés.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Sorby met sous les yeux de la Société les échantillons dont il a été question ci-dessus.

M. Sorby donne ensuite communication de recherches relatives à des observations microscopiques sur les roches.

Sur l'application du microscope à l'étude de la géologie physique; par M. H. Clifton Sorby, F. R. S.

Le travail dont j'ai l'honneur d'entretenir la Société géologique de France n'est pas encore complétement terminé, mais dès à présent je désire appeler son attention sur quelques faits importants auxquels conduit l'examen microscopique de tranches minces de roches.

On sait que la structure microscopique des coquilles, des dents et des bois fossiles a été étudiée par plusieurs observateurs éminents. A cet effet, ils ont préparé des plaques assez minces pour devenir transparentes et ils les ont examinées avec des microscopes ayant un fort pouvoir grossissant. C'est la même méthode que j'ai appliquée à l'étude de la structure physique de toutes les roches et elle m'a conduit à plusieurs résultats nouveaux et intéressants.

Pour préparer les plaques minces, on use d'un côté de petits fragments de roches; d'abord on se sert de l'émeri et d'un plateau de zinc, puis on emploie une pierre très unie jusqu'à ce que la surface de la roche soit parfaitement plane et polie. Alors cette roche est fixée par cette surface sur un verre, au moyen de baume de Canada, et le côté opposé est usé avec de l'émeri sur des pierres variées, jusqu'à ce que son épaisseur se réduise à $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{1000}$ de pouce. Après ces opérations, elle est bien polie des deux côtés et suffisamment transparente pour être examinée au microscope avec un grossissement de plusieurs centaines de fois. Une nouvelle plaque de verre est ensuite placée par-dessus avec du baume de Canada, de manière qu'elle soit protégée et plus transparente.

L'étude des plaques minces des roches constitue une branche toute spéciale de la géologie et elle exige des connaissances accessoires. Depuis dix ans que je l'ai commencée, j'ai préparé plusieurs centaines de ces plaques, et cependant il reste encore beaucoup à faire. Si je voulais décrire tous les résultats auxquels conduit leur

examen, je serais amené à faire des excursions dans chaque branche de la géologie ; je me contenterai donc de présenter quelques remarques sur les conclusions auxquelles j'ai été conduit.

La méthode d'investigation par le microscope est très convenable pour l'étude des calcaires; car la structure organique des coquilles et des débris de mollusques qui les composent se laisse facilement reconnaître ; souvent même elle est parfaitement bien conservée. De cette manière, on peut non-seulement déterminer la nature des parties qui constituent le calcaire, mais même leur proportion relative. On s'assure aussi que des calcaires qui, à l'œil simple, paraissent être les mêmes, diffèrent cependant bien complétement. Quelques-uns sont composés de fragments de coquilles et de polypiers et présentent des mélanges mécaniques analogues aux sables. D'autres au contraire sont formés de parcelles microscopiques résultant d'une décomposition complète des coquilles ou des polypiers et ils sont analogues aux argiles.

Nous pouvons aussi nous rendre très bien compte de la constitution des schistes et reconnaître non-seulement les substances qui les composent, mais encore leur mode d'arrangement. On voit que les ardoises présentent deux sortes de clivages bien différents: l'un résultant de la compression d'une roche qui s'est comportée comme une matière plastique, l'autre dû à un système de fractures et de crevasses serrées qui prouvent que la roche a cédé à la pression, comme une matière quelque peu rigide. On peut même par l'étude de la structure de la roche se rendre compte de l'état physique dans lequel elle se trouvait lorsqu'elle a été soumise à l'action des forces qui ont disloqué l'écorce terrestre.

Ces recherches jettent beaucoup de jour sur la structure des roches métamorphiques, et nous permettent d'apprécier quels sont les changements qu'elles ont éprouvés.

Les roches ignées anciennes et modernes présentent également des particularités remarquables, et nous pouvons reconnaître que quelquefois il s'y trouve beaucoup plus de minéraux qu'il n'est possible de le reconnaître par l'examen à l'œil nu ; nous distinguons même ceux qui ont été formés au moment où la roche fondue s'est solidifiée de ceux qui résultent d'une action postérieure de l'eau.

Les roches granitiques en particulier présentent plusieurs faits curieux ; on y distingue un nombre immense de cavités qui renferment de l'eau ainsi que des dissolutions salines ; et ces substances ont dû se trouver à l'état liquide dans ces roches au moment où elles se sont formées. Les cavités qui renferment ces fluides sont

semblables à celles qu'on connaît dans le quartz; seulement elles sont trop petites pour être distinguées à la vue simple. Avec un fort pouvoir grossissant il est d'ailleurs possible de les voir avec la plus grande perfection; dans le quartz du granite et de quelques roches métamorphiques elles sont quelquefois si nombreuses qu'il y en a plus de 1000 millions dans un pouce cube.

Il faut donc admettre que le granite n'est pas simplement une roche ignée, mais qu'il a été formé par l'action combinée de la chaleur et de l'eau, comme M. Delesse l'a prouvé par des considérations différentes dans ses belles recherches sur l'origine des roches et sur le métamorphisme (1).

M. de Verneuil met sous les yeux de la Société une hache de silex et un débris de dent d'éléphant, trouvés dans le ballast du chemin de fer de Creil, ballast provenant de la sablière de Creil.

M. Armand Buvignier présente à ce sujet quelques observations, et indique que dans un dépôt diluvien de la vallée des hautes communes de Givry (affluent de l'Aisne), contenant des dents d'Éléphants et autres ossements indéterminés, il a recueilli en même temps trois haches celtiques.

M. de Villeneuve demande la hauteur de ces alluvions.

M. Buvignier répond que l'altitude générale est de 20 à 100 mètres au-dessus des crues connues.

M. Barrande présente trois fort belles photographies de *Paradoxides Harlani*, dont il a parlé à la dernière séance.

M. Barrande fait ensuite la communication suivante :

Troncature normale ou périodique de la coquille dans certains céphalopodes paléozoïques; par M. Barrande (pl. IX).

En 1841, nous avons découvert *Orthoceras truncatum*, et le nom que nous lui avons donné dès cette époque était destiné à indiquer le phénomène de la troncature normale, qu'il présente d'une manière si remarquable. Depuis lors, tous les géologues qui nous ont fait l'honneur de nous visiter à Prague, surtout ceux qui

(1) *Annales des mines*, 1857, et *Bulletin de la Société géologique*.

prennent quelque intérêt aux céphalopodes, ont remarqué dans nos tiroirs de nombreux spécimens de cette espèce, démontrant la perte périodique de la pointe de sa coquille et en même temps la réparation de l'extrémité tronquée, par un travail spécial du mollusque. En outre, durant nos voyages, en Allemagne, en France et en Angleterre, nous avons eu l'occasion de mentionner aux savants de ces divers pays le fait nouveau, que nous présentait *Orth. truncatum*. Enfin depuis 1842, nous avons fréquemment communiqué des spécimens de cette espèce à des collections publiques et privées.

Cependant jusqu'à ce jour, aucun paléontologue n'a songé à donner à notre observation la sanction de son témoignage et de la publicité, même d'une manière indirecte. Au contraire, un savant Anglais, très recommandable, et dont le *Manual of the Mollusca* est destiné à représenter l'état complet de la science, a cru à propos de constater, à deux reprises successives, qu'il ne connaissait aucun fait indiquant la troncature des Orthocères. Nous lisons en effet le passage suivant, que nous traduisons, dans le *Quarterly journal* du mois de novembre 1856 :

» Dans l'ouvrage cité ci-dessus (*Manual of the Mollusca*, 1851), » j'ai constaté que les Orthocères ne paraissent pas avoir été tron- » qués (*decollated*) dans leur âge avancé et qu'il avait été pourvu » à la conservation de la coquille par l'augmentation de la » dimension et de la force du siphon et par l'accroissement de sa » vascularité (S. P. Woodward, *On an Orthoceras from China*). »

Cet aperçu historique suffisant pour montrer que nous ne pouvons invoquer les lumières d'aucun devancier, dans le sujet qui nous occupe, nous allons remplir de notre mieux l'obligation que nous avons contractée, depuis si longues années, par la dénomination significative de *Orth. truncatum*.

La faune actuelle nous fournissant, comme représentants des Nautilides, deux ou trois espèces du seul genre *Nautilus*, dont la coquille est enroulée, nous ne saurions chercher parmi elles le moindre vestige d'une troncature normale. Heureusement, les classes des mollusques les plus voisines nous présentent des phénomènes d'une nature, si ce n'est identique, du moins très analogue, et que le lecteur nous saura gré de lui rappeler.

On sait que divers Ptéropodes et Gastéropodes, parvenus à un certain âge, perdent la pointe de leur coquille, de sorte que tous les individus qui approchent de l'état adulte présentent une coquille tronquée. Les espèces qui offrent cette circonstance sont

assez nombreuses, ainsi qu'on peut en juger par la liste suivante, que nous devons à la bonté de notre savant maître, M. Deshayes :

Ptéropodes. . .	*Triptera columella.*
Gastéropodes. .	*Cerithium obtusum.*
	Melania decollata.
	— *quadriseriata.*
	Pyrena fluminea.
	Melanopsis prærostus.
	Quoya decollata.
	Rissoa Bruguieri.
	Truncatella truncata.
	Paludomus chilinoides.
	Cœcum, toutes les espèces.
	Dentalium (*Dentalis*, etc., accidentellement).
	Bulimus decollatus.
	— *obturatus.*
	Clausilia Grohmanni.
	— *syracusana.*
	Cylindrella, toutes les espèces.
	Cyclostoma incultum.
	— *marginalbum.*
	Geomelania jamaicensis.

A ces espèces vivantes, M. Deshayes ajoute l'espèce fossile *Clausilia Terveri*, en nous faisant observer que parmi les espèces éteintes la troncature paraît avoir été assez fréquente, mais qu'il est difficile de bien distinguer ses apparences d'avec celles des brisures accidentelles, si communes dans les fossiles.

La troncature naturelle ou normale, dans les gastéropodes vivants, se distingue aisément de la perte accidentelle de la pointe de la coquille, car celle-ci n'a lieu que dans de rares individus d'une même espèce, tandis que la première s'étend sans exception à tous les adultes.

Dans tous les cas de troncature normale, la coquille tronquée des gastéropodes conserve la trace très apparente d'une brisure, qui se reconnaît aisément par l'inégalité des bords brisés. L'ouverture résultant de la perte de la pointe est cependant fermée par une sécrétion déposée par l'extrémité postérieure du mollusque et formant une sorte de cloison, dont l'apparence spirale rappelle celle des opercules.

La considération des faits que nous allons exposer nous a conduit à reconnaître que les coquilles de certains nautilides paléozoïques éprouvaient également une troncature normale et indépendante des brisures accidentelles, très concevables dans

les formes allongées des Orthocères et autres genres de cette famille.

Il n'est pas certain, cependant, que nous puissions constater tous les cas de troncature normale parmi les céphalopodes anciens. En effet, lorsque la troncature, même régulière et périodique, n'était accompagnée d'aucune réparation ou sécrétion sur l'extrémité tronquée, nous n'avons aucun moyen de distinguer ses effets de ceux des accidents ordinaires qui enlevaient aux nautilides une partie quelconque de la pointe de leur coquille. Ces sortes de troncatures, analogues à celles que nous venons de signaler dans les gastéropodes, peuvent bien être soupçonnées dans beaucoup d'espèces d'Orthocères cylindroïdes et très longues, mais elles ne peuvent pas être démontrées.

Au contraire, il nous est aisé de prouver, par les documents qui sont entre nos mains, que certaines espèces des genres *Orthoceras* et *Gomphoceras* et toutes les espèces du type *Ascoceras*, éprouvaient périodiquement la troncature normale, parce que nous observons, sur la surface tronquée, les traces des opérations régulières faites par le mollusque pour réparer l'extrémité de sa coquille.

C'est principalement *Orth. truncatum*, Barr., qui nous a fourni les matériaux les plus complets relativement à la série des travaux de réparation, qui se répétaient après chaque troncature périodique. Nous allons donc exposer les faits que nous avons observés sur cette espèce.

1. Nous constatons d'abord que nous avons recueilli plus de quatre cents spécimens de cet Orthocère et que tous, sans exception, se sont présentés dans la roche, avec l'apparence tronquée, c'est-à-dire, que nous n'avons jamais aperçu pour aucun d'eux la série complète des loges aériennes, qui correspondent à sa forme et à son diamètre. En d'autres termes, jamais nous ne sommes parvenu à voir la pointe *initiale* de la coquille, qui s'observe assez souvent dans nos Orthocères et même dans des espèces allongées, dont les spécimens sont beaucoup moins fréquents que ceux de *Orth. truncatum*.

2. Comme cette espèce est une des plus caractéristiques de notre étage calcaire inférieur E, elle se trouve dans un grand nombre de localités disséminées sur la surface de cet horizon. Partout elle présente invariablement la même forme tronquée. Cette apparence est donc indépendante de toute circonstance locale.

3. Les spécimens que nous avons recueillis nous montrent tous les âges de la coquille, si ce n'est à partir de la naissance, du

moins dans une période très étendue, que nous pouvons apprécier par les diamètres correspondants. La limite inférieure, c'est-à-dire la plus rapprochée de la naissance, est représentée dans notre collection par un spécimen de 3 millimètres de diamètre et qui porte la trace évidente d'une troncature très précoce. La limite opposée, c'est-à-dire l'âge le plus avancé que nous connaissons, nous est indiquée par le bout d'une coquille en voie de réparation, et dont le grand diamètre est de 80 millimètres. Ce fragment est figuré pl. IX, fig. 17. En prenant le diamètre pour guide, la série des exemplaires que nous possédons représente tous les âges intermédiaires qu'on peut imaginer, entre les deux limites que nous venons d'indiquer.

Pour mieux apprécier la distance d'âge qui sépare ces deux limites, nous devons constater que l'angle apicial est toujours très faible, et varie entre 2 et 4 degrés. Si nous adoptons l'angle moyen de 3 degrés, il est aisé de calculer que, pour passer du diamètre de 3 millimètres à celui de 80, la coquille doit être graduellement développée sur une longueur d'environ $1^m,60$.

Cette longueur se compose de toutes les loges aériennes qui ont été successivement perdues, par suite des troncatures périodiques.

4. On peut se faire une idée approximative du nombre de ces troncatures, en considérant les circonstances suivantes :

a. Le nombre maximum des loges aériennes que nous trouvons attachées à un même spécimen dépasse rarement huit, tandis que le chiffre minimum ne s'abaisse guère au-dessous de quatre. Par conséquent, il est *vraisemblable* que chaque troncature enlevait moyennement à la coquille quatre loges aériennes.

b. Or, d'après l'observation faite sur un grand nombre de spécimens, nous évaluons à 8 millimètres la longueur moyenne occupée par une loge, c'est-à-dire la distance moyenne entre deux cloisons successives.

c. Ainsi, quatre loges aériennes représenteraient moyennement une étendue de 32 millimètres. Si nous divisons par ce chiffre la longueur totale de $1^m,60$, qui représente toutes les loges successivement perdues, nous obtenons le chiffre 50 qui nous indique approximativement le nombre des troncatures. Cette approximation, quoique imparfaite, suffit cependant pour donner une idée de la fréquence des époques auxquelles le mollusque se débarrasserait de la partie extrême de sa coquille. On conçoit que l'on obtiendrait des chiffres différents, en faisant varier l'ouverture de l'angle apicial et la distance moyenne entre les cloisons.

5. Comme il est impossible de supposer dans une même espèce

des individus de 3 millimètres de diamètre et d'autres ayant une largeur de 80 millimètres, sans que les premiers ne soient considérés comme les jeunes, les observations que nous venons d'exposer suffiraient seules pour démontrer le fait de la troncature dans l'*Orthoceras truncatum*. En effet, le passage du petit diamètre au plus grand ne saurait avoir lieu dans un céphalopode par une simple addition successive à la largeur de la coquille ; au contraire, elle ne peut se faire que par un développement continu dépendant de l'augmentation concomitante et graduelle de la longueur. Cette augmentation elle-même ne peut se produire que par la construction successive de loges aériennes. Or, comme le chiffre de ces loges oscille constamment entre deux limites quatre et huit sur quelques centaines d'exemplaires, on arrive nécessairement à la conclusion que la perte des loges se fait régulièrement par l'opération que nous nommons *troncature normale*.

6. A ces considérations s'ajoute une preuve encore plus convaincante, et qui consiste en ce que, dans un très grand nombre de spécimens d'*Orthoceras truncatum*, le test de la coquille se prolonge sans aucune solution de continuité à partir du bord de l'ouverture, non-seulement sur la grande chambre et les loges aériennes, mais encore sur l'extrémité tronquée. Cette continuité, parfaitement évidente, contraste avec la brisure qu'on distingue très aisément dans les individus de cette espèce comme dans ceux de tout autre, lorsqu'ils ont réellement perdu une partie de leur longueur par une séparation violente.

De plus, dans les meilleurs exemplaires, nous voyons, par transparence dans le test, une ligne de couleur foncée indiquant la soudure qui a eu lieu lorsque le mollusque a recouvert la cloison mise à nu par la chute d'une ou de plusieurs loges aériennes. Cette ligne de soudure suit exactement la trace du bord de la cloison qui s'est détachée.

7. Nous sommes donc amené à reconnaître que le mollusque réparait et recouvrait l'extrémité de sa coquille dénudée par la troncature. Cette réparation périodique démontrant évidemment que la coquille avait été tronquée, nous sommes heureux de posséder des matériaux qui exposent, de la manière la plus claire, les diverses opérations qui constituaient le travail du mollusque. Nous allons les suivre dans leur ordre naturel.

A. *Dépôt conique.*

Nous voyons d'abord que la cloison mise à nu était chargée

successivement par un dépôt calcaire, constituant dans son ensemble une calotte conique, obtuse au sommet, et formant une sorte de pointe émoussée à la coquille. Cette pointe contraste, par son allongement relatif, avec la forme de la cloison dénudée qui, étant médiocrement convexe vers l'extérieur, se rapproche beaucoup d'une calotte sphérique. Ce premier dépôt se décompose en plusieurs couches distinctes qui se séparent quelquefois par l'effet de la percussion lorsqu'on extrait les fossiles. Ces couches n'offrent aucune régularité dans leur épaisseur, et par conséquent sont en nombre variable. Les surfaces qui les séparent semblent indiquer des temps de repos durant l'opération à des intervalles inégaux. Dans deux spécimens, nous voyons que la première couche appliquée sur la cloison est très mince vers les bords de la coquille, et s'épaissit graduellement vers le centre où est le siphon, sans dépasser un millimètre. La seconde couche, au contraire, est plus épaisse près des bords, et sa surface présente même une dépression concentrique qui cependant ne s'étend pas jusqu'au centre, dans la région duquel elle s'épaissit et prend un relief conique. Les couches suivantes comblent la dépression que nous venons d'indiquer, et contribuent successivement à former la pointe conoïde qui caractérise le petit bout de toute coquille réparée dans l'*Orthoceras truncatum*.

Nous avons encore à noter que la surface de chacune de ces couches présente des stries longitudinales qui convergent toutes vers le siphon, tantôt central, tantôt un peu excentrique. Ces stries sont tantôt complétement irrégulières, tantôt très régulières, mais avec des apparences différentes, sur deux couches superposées. Nous avons figuré quelques-unes de ces diverses traces du travail du mollusque. Dans le cas où elles offrent la plus grande irrégularité (pl. IX, fig. 11-12), on pourrait les comparer aux sillons inégaux que laisseraient des doigts aigus sur une surface plastique à laquelle ils chercheraient à donner une forme conique. Au contraire, dans le cas de la plus grande régularité, la surface striée reproduit l'apparence du test de certaines espèces de *Leptæna*, caractérisées par des stries saillantes principales, entre lesquelles se trouvent des stries secondaires suivant la même direction longitudinale (pl. IX, fig. 3).

Dans tous les cas, les couches du premier dépôt que nous décrivons nous montrent toutes une rainure plus ou moins creuse qui se dirige par le siphon et correspond à la trace du plan médian, divisant la coquille et le mollusque en deux parties égales et symétriques. La section transverse d'*Orthoceras truncatum* étant

le plus souvent elliptique, il faut remarquer que la rainure signalée suit la direction du grand diamètre de l'ellipse. Dans quelques spécimens, la section horizontale étant presque circulaire, la distinction que nous venons d'indiquer s'évanouit, mais la rainure est toujours distincte (fig. 2, 4, 16).

Nous devons appeler l'attention du lecteur sur la rainure que nous signalons, parce qu'elle est le premier indice montrant que le mollusque emploie, pour la réparation de sa coquille, deux organes allongés ou bras, symétriquement placés par rapport au plan médian et accomplissant chacun la moitié du travail. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette indication que nous verrons confirmée par d'autres apparences semblables qui nous restent à décrire.

Avant d'aller plus loin, nous devons indiquer les dimensions du dépôt conique. Comme elles sont variables suivant les individus, nous en donnerons une idée en les comparant au grand diamètre correspondant et à la distance entre les cloisons, pour trois spécimens de différente taille :

	I.	II.	III.
Grand diamètre au petit bout.	16mm	22mm	28mm
Distance entre les deux cloisons voisines.	8	5	8
Longueur du dépôt conique.	11	17	18

On voit par ces chiffres que la longueur du dépôt conique, mesurée le long de l'axe de la coquille, à partir de la suture de la cloison tombée, représente au moins deux tiers du grand diamètre correspondant, et qu'elle est moyennement double de la distance qui sépare les deux cloisons voisines. Ainsi, l'apparence donnée par ce dépôt à la pointe de la coquille s'éloigne notablement de la forme naturelle qu'offrirait le petit bout après une brisure. Nous devons cependant faire remarquer que, dans certains spécimens de plus grand diamètre, la forme conique du bout restauré est moins allongée, comme on le voit figure 18.

B. *Couche ornée de stries régulières longitudinales.*

La seconde opération que nous reconnaissons dans la pointe tronquée consiste dans le dépôt d'une couche mince recouvrant le dépôt conique auquel elle semble donner la dernière forme extérieure. Cette couche se distingue par les stries longitudinales, régulières, fines et serrées dont elle est ornée. Elles convergent toutes vers le siphon, comme celles que nous avons déjà indiquées

sur la superficie des diverses couches du premier dépôt ; mais elles diffèrent de ces dernières par leur égalité. Nous en comptons moyennement six par millimètre d'étendue. Jusqu'ici nous n'avons pas distinctement reconnu, sur la surface ornée de ces stries, la rainure signalée sur le dépôt conique et représentant la trace du plan médian. On conçoit que la nature de l'ornementation rend cette rainure beaucoup moins apparente. On peut aisément reconnaître la couche B que nous venons d'indiquer, ainsi que ses stries longitudinales caractéristiques sur les figures 11, 13, 14.

C. *Couche ornée de stries transverses.*

La troisième opération du mollusque consiste dans le dépôt d'une couche très mince qui recouvre régulièrement la précédente, mais qui en diffère par une apparence contrastante ; car, au lieu d'être ornée par des stries longitudinales, elle n'offre que des stries transverses. Ces stries, notablement saillantes, ne ressemblent nullement aux stries d'accroissement ni aux stries d'ornement que nous observons dans nos céphalopodes ; elles offrent au contraire un caractère particulier, difficile à décrire exactement, mais que nous pouvons comparer à l'apparence que présente le bout du doigt humain lorsqu'on le regarde à la loupe. En effet, ces stries, quoique régulières dans leur cours, sont un peu tremblées, et leur relief est un peu dentelé. Dans son ensemble, la surface qu'elles recouvrent paraît lamelleuse. Elles sont concentriques au bord, mais elles offrent deux points de rebroussement, ou bien deux sinus symétriquement placés sur le grand diamètre. La ligne passant par les sommets de ces sinus correspond donc à la rainure ci-dessus indiquée sur la surface du dépôt conique. Le sommet du sinus ou sa convexité est tourné vers le sommet du cône occupé par l'ouverture du siphon. Dans les individus de tout âge, les stries transverses apparaissent à une petite distance au-dessous de la ligne de suture qu'on voit par transparence dans le test, et elles s'étendent sur toute la calotte terminale jusque près du sommet autour duquel elles s'effacent, en laissant une surface lisse tout autour du siphon. L'espacement de ces stries est à peu près régulier ; cependant elles s'anastomosent quelquefois, comme celles du bout des doigts humains avec lesquelles nous les avons comparées. La distance qui les sépare est toujours un peu plus grande que celle qui est occupée par leur relief, et nous comptons moyennement deux stries par millimètre d'étendue. Sur le grand spécimen (fig. 17), elles sont naturellement un peu plus écartées.

Plusieurs exemplaires nous permettent de reconnaître très distinctement la superposition de la couche ornée de stries transverses, sur celle qui présente des stries longitudinales. Les figures 13-14 représentent un fragment dans lequel cette superposition est très évidente, par suite d'une heureuse brisure. Nous pouvons aussi observer, dans quelques individus, la calotte terminale couverte de stries transverses, tandis qu'il reste encore, vers sa base, dans le voisinage de la ligne de suture, une zone de peu de hauteur, conservant les stries longitudinales, encore non recouvertes. Cette circonstance semble indiquer que le mollusque commence son opération à partir du bout de la coquille et la continue en remontant. Nous allons voir ci-après cette indication confirmée par une autre observation.

L'épaisseur du troisième recouvrement est peu considérable et ne paraît pas dépasser 1 ou 2 millimètres.

C'est ici le lieu où nous devons signaler une anomalie, que présentent les stries transverses, sur la surface du grand spécimen, figure 17. Leurs apparences sont conformes à celles que nous venons de décrire, mais leur sinus, au lieu d'être placé sur la ligne qui correspond au grand diamètre, est reporté sur un diamètre oblique partageant à peu près en deux parties égales l'angle droit formé par les deux diamètres rectangulaires. Il serait difficile d'expliquer la cause de cette irrégularité, qui n'a été observée que dans ce seul spécimen. Elle semblerait indiquer une sorte de déplacement du mollusque dans sa coquille, dont la section offre la forme normale, c'est-à-dire elliptique, la plus régulière. Nous n'avons pas de motifs suffisants pour établir sur ce seul spécimen une nouvelle espèce.

Malgré cette anomalie individuelle, le sinus constant que nous montrent les stries transverses doit être remarqué comme concourant avec la rainure médiane du dépôt conique, pour nous indiquer l'emploi simultané de deux longs appendices, dans le travail fait afin de réparer le bout de la coquille.

Il est important d'observer, au sujet de la couche C, qu'elle constitue le prolongement du test de la coquille sur la surface du dépôt conique, précédemment décrit. Voir les figures 13-15. Pour ce motif, nous la désignerons aussi par le nom de calotte terminale, bien que sa superficie ait encore à subir une dernière opération, que nous allons exposer.

D. *Couche terminale, lisse.*

La quatrième opération du mollusque consiste à combler les vides ou sillons creux qui restent entre les stries transverses de la calotte terminale. Ce travail, lorsqu'il est un peu avancé, change complétement l'apparence de la surface, qui paraît alors couverte de très petites cavités, ou scrobicules. Comme le temps nécessaire pour combler les vides était de peu de durée, nous n'avons découvert que très peu de spécimens, qui permettent d'observer cette superficie scrobiculée, très passagère, et servant seulement de transition, pour arriver à produire la surface lisse. Ces spécimens n'ont pas été figurés.

L'apparition de cette surface lisse caractérise la fin de l'opération, car elle met la superficie de la calotte terminale en parfaite harmonie avec celle du test de la coquille, qui est aussi lisse, sauf de rares stries d'accroissement, dans quelques exemplaires. On voit la surface lisse se manifester d'abord autour du siphon, ainsi que nous l'avons déjà dit. Elle s'étend ensuite graduellement jusqu'à la base de la calotte terminale, c'est-à-dire jusqu'à la suture signalée ci-dessus, comme visible par transparence dans le test. Lorsque les individus tronqués ont reçu cette dernière main d'œuvre, l'apparence de leur surface devient parfaitement uniforme, sans aucune solution quelconque de continuité, à partir du bord de l'ouverture, jusqu'à l'extrémité opposée. Dans cet état, un examen superficiel des spécimens restaurés ne ferait soupçonner, ni la troncature plusieurs fois éprouvée, ni la réparation autant de fois exécutée d'une manière si parfaite. D'après ces apparences, on pourrait être simplement porté à croire qu'on a sous les yeux une espèce dont la pointe est naturellement courte et obtuse, comme dans certains *Cyrtoceras* ou *Phragmoceras*. Mais cette première impression s'effacerait promptement, en étudiant une série de spécimens de diverse taille, ainsi qu'il résulte de tout ce qui précède. Nous n'avons figuré aucun individu montrant la calotte terminale lisse, parce que l'apparence de leur bout restauré est semblable à celle des spécimens figure 13-15, sauf la superficie dénuée de tout ornement.

Bouts détachés de Orth. truncatum.

Comme conséquence naturelle de la fréquente troncature des nombreux individus de *Orth. truncatum*, on doit s'attendre à

rencontrer, dans les couches qui renferment cette espèce, des fragments isolés, représentant les parties successivement détachées du petit bout des coquilles. En effet, nous avons recueilli dans chacune des localités un certain nombre de ces fragments, que leur forme, ordinairement conique et plus ou moins allongée, permet de distinguer au premier coup d'œil. Cette apparence ne saurait être confondue avec celle d'une loge aérienne, parce que la cloison qui termine celle-ci ne présente jamais un bombement si disproportionné, par rapport à son diamètre transverse. Cependant nous ferons observer que la forme conique est beaucoup moins allongée dans la calotte terminale représentée par le grand spécimen, figure 17. Ce fait semble indiquer que l'extrémité réparée devient de plus en plus obtuse, en proportion directe du diamètre de la coquille, c'est-à-dire suivant le progrès de l'âge du mollusque.

Le grand spécimen que nous venons de mentionner a été trouvé isolé dans la roche, comme tous les autres qui représentent l'extrémité restaurée de la coquille moins développée. Ainsi, cette extrémité est ordinairement séparée des loges aériennes, qui ont dû se détacher avec elle, par l'effet de la troncature périodique.

Nous considérons cette circonstance comme étant en parfaite harmonie avec la nature de ce phénomène, car si l'on voulait expliquer par quel procédé la pointe se séparait sans violence extérieure, on pourrait concevoir, qu'après un certain temps le test de la coquille devenait cassant et friable, peut-être par la perte de la substance animale qui reliait et consolidait les particules calcaires. Par suite de la même altération du test, les loges détachées auraient pu se décomposer aisément, tandis que le bout restauré, que nous retrouvons intact, aurait résisté, à la faveur de sa masse calcaire, beaucoup plus épaisse et plus cohérente.

Apparence du siphon sur la calotte terminale de Orth. truncatum.

Lorsqu'on observe soit la surface des diverses couches du dépôt conique, soit celle de la calotte terminale achevée et lisse, on aperçoit au centre un petit cercle de couleur foncée, dont l'apparence simule très bien l'ouverture d'un siphon à travers une cloison. C'est cette apparence que nous avons mentionnée transitoirement comme le siphon, dans la description des diverses opérations du mollusque, pour la réparation de sa coquille. Elle se voit en effet dans la direction exacte du siphon lui-même,

si on le prolonge idéalement, à partir du goulot de la dernière cloison mise à nu par la troncature. Non-seulement elle se trouve dans le plan médian de la coquille, mais encore elle joue le rôle d'un centre, autour duquel se rangent concentriquement les stries transverses et vers lequel convergent les stries longitudinales, ainsi que nous l'avons constaté ci-dessus.

Cependant il n'existe réellement et il ne peut exister aucun élément du siphon, dans la pointe restaurée. Pour peu que l'on conçoive le mode de structure employé par tout céphalopode, pour produire les cloisons et le siphon, l'absence de ce dernier organe paraîtra inévitable et évidente, dans la calotte terminale. Si sa trace continue à être bien marquée sur toutes les couches superposées, c'est simplement une apparence toute superficielle, par laquelle nous ne pouvons nous laisser tromper, mais qui mérite notre attention. Nous verrons, ci-après, qu'elle ne se reproduit pas dans toutes les espèces tronquées, de sorte qu'elle caractérise *Orth. truncatum* et quelques autres formes de ce genre.

Pour expliquer ce fait, nous devons concevoir une extrême précision dans le travail qu'opéraient les deux bras chargés de la restauration de la pointe. Ces bras, en se touchant par leurs extrémités, devaient laisser au droit du goulot de la dernière cloison un certain espace circulaire, simulant le prolongement du siphon. Cependant cet espace, ou faux siphon, ne restait pas vide, car nous le voyons rempli par une substance calcaire, dont la nuance est un peu différente de celle de la masse ambiante. Nous observons aussi dans le grand spécimen quelques lignes concentriques, sur la surface du pseudo-siphon, comme s'il y avait eu des reprises dans le travail. Mais, dans aucun cas, l'espace réservé au droit du dernier goulot et dans son prolongement n'est enfermé dans une paroi ou tube quelconque, traversant les couches qui constituent la pointe réparée. C'est un fait dont il est aisé de se convaincre, car, l'apparence que nous indiquons sur les surfaces extérieures disparaît complétement dans la section longitudinale, ainsi que le montrent les exemplaires que nous avons fait scier, suivant le plan médian. Ces sections nous apprennent d'ailleurs, que les éléments du vrai siphon ne sont jamais conservés. Du moins, nous n'avons jamais pu réussir à en découvrir un seul dans nos exemplaires. Cette circonstance rend encore plus étonnant l'indice du siphon, sur les surfaces du bout restauré, à travers lequel il n'a jamais existé en réalité.

Céphalopodes paléozoïques dans lesquels la troncature a été observée.

Nous ne connaissons encore que trois genres qui nous ont permis d'observer des cas indubitables de la troncature périodique de la coquille, savoir : *Orthoceras*, *Gomphoceras*, *Ascoceras*.

Dans ces trois types, la coquille est droite ou à peu près droite. Cette condition paraît nécessaire pour l'accomplissement du phénomène qui nous occupe. On conçoit, en effet, que dans une coquille enroulée, ayant ses tours de spire en contact, la troncature était absolument impossible. Les genres *Nautilus*, *Trochoceras*, *Nothoceras*, *Hercoceras*, ne peuvent donc nous en fournir aucun exemple, et nous ne pourrions guère l'attendre dans *Gyroceras* et dans *Lituites*, bien que leurs espèces présentent des tours de spire disjoints.

Quant aux genres *Cyrtoceras* et *Phragmoceras*, qui offrent simplement une courbure plus ou moins forte, sans enroulement, leur forme ne paraît pas s'opposer absolument à la troncature ; mais jusqu'ici nous ne connaissons aucun fait indiquant d'une manière indubitable qu'elle ait lieu dans ces deux types. Nous devons cependant faire remarquer que plusieurs de leurs espèces, au lieu de commencer leur coquille par une extrémité aiguë, présentent au contraire une pointe émoussée et d'un diamètre assez large, figurant une calotte terminale. Au premier coup d'œil, on pourrait prendre cette calotte pour l'indice d'une troncature ; mais, en l'examinant plus attentivement, on reconnaît qu'elle est identique dans tous les individus et à tous les âges, sans que la forme de la coquille paraisse jamais écourtée. Nous citerons comme exemples :

Phragm. Broderipi, Barr.
— *perversum*, Barr.
Cyrt. Murchisoni, Barr.
— *Beaumonti*, Barr.

Cette pointe obtuse, que nous pourrions appeler *initiale*, existe également dans diverses espèces d'Orthocères, et principalement parmi celles qui appartiennent au groupe des *Brevicônes*. Nous citerons comme exemples :

Orth. robustum, Barr.
— *infundibulum*, Barr.
— *macilentum*, Barr.

Dans les espèces dont la pointe est initialement émoussée, nous

remarquons que le petit bout est le plus souvent orné de stries longitudinales et de stries transverses coexistantes, et formant un réseau qui s'efface d'un côté autour de la pointe, et de l'autre à une petite distance du bout. Cette coexistence des stries dans les deux sens n'a pas été observée jusqu'ici sur la calotte terminale des espèces tronquées.

Dans quelques espèces, comme *Phragmoceras Broderipi*, l'extrémité obtuse est toujours lisse.

Une autre circonstance qui semble propre à la pointe obtuse initiale, c'est que le siphon, lors même qu'il est marginal dans le corps de la coquille, aboutit au centre sur l'extrémité émoussée.

Enfin, la loge aérienne initiale est ordinairement distinguée par une plus grande hauteur par rapport aux loges suivantes.

N'ayant pas en ce moment notre collection sous les yeux, nous ne pouvons pas énumérer exactement toutes les espèces dans lesquelles la troncature périodique est bien démontrée. Nous nous bornerons donc aux indications suivantes, que nous compléterons plus tard, s'il y a lieu.

ORTHOCERAS.	GOMPHOCERAS.	ASCOCERAS.
1. *truncatum*, Barr.	1. *Alphœus*, Barr.	Toutes les espèces connues :
2. *index*, Barr.	2. *decurtatum*, Barr.	Bohême. 14
3. *disjunctum*, Barr.		Suède. 1
4. *pleurotomum*, Barr.		Angleterre. . . . 1
5. *Xanthus*, Barr.		Canada. 1
		17

Cette liste, tout incomplète qu'elle est, suffit cependant pour nous montrer que le phénomène de la troncature normale n'était pas absolument exceptionnel parmi les céphalopodes siluriens. D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que nous n'avons aucun moyen de constater le fait des troncatures *non suivies de réparation* sur la pointe de la coquille. Les cas de ce genre pourraient avoir été très fréquents, sans qu'il soit possible de les distinguer des brisures violentes. Parmi les Orthocères qui appartiennent très vraisemblablement à cette dernière catégorie, nous pourrions indiquer *Orthoceras docens*, Barr., dont tous les spécimens sont dépourvus de la partie initiale de la coquille que nous n'avons d'ailleurs jamais découverte, pas même en fragments isolés. Nous avons déjà signalé ce fait dans notre mémoire sur le *Remplissage organique du siphon* (*Bull.*, 2e série, t. XII, p. 441, 1855).

Diversité dans le mode de réparation de l'extrémité tronquée.

Il nous reste à faire remarquer que les apparences de la réparation de la coquille ne sont pas toujours identiques avec celles que nous avons décrites dans *Orthoceras truncatum*. Nous les retrouvons cependant sans variation sensible dans *Orthoceras index*, forme très rapprochée, et qui n'est peut-être qu'une variété de celle que nous venons de nommer.

Dans *Orthoceras disjunctum*, tous les spécimens s'accordent à nous montrer un dépôt conique très faible sur la cloison mise à nu. Ce dépôt est immédiatement recouvert par le test lisse qui se soude parfaitement avec le test de la coquille. La trace du siphon reste visible sur la calotte terminale après sa réparation. Ces observations concordent avec celles qui ont été exposées ci-dessus, mais seulement nous ne pouvons pas constater l'application de couches successives, distinguées par les ornements de la surface comme dans *Orthoceras truncatum*.

Dans *Orthoceras pleurotomum* et dans *O. Xanthus*, qui sont deux formes très voisines l'une de l'autre et très allongées, nous retrouvons, comme dans *O. truncatum*, une pointe émoussée provenant d'un dépôt conique par lequel le mollusque commençait la réparation de son extrémité tronquée. La surface de cette pointe reste lisse, et contraste avec celle du test de la coquille qui est ornée de stries obliques, saillantes et régulières (fig. 21-22).

Nous ferons remarquer que la plupart des Orthocères qui éprouvent la troncature normale ont un angle apicial très faible, de 2 à 4 degrés, et par conséquent leur coquille, supposée entière, offrirait une très grande longueur.

Dans le genre *Gomphoceras*, les deux espèces citées présentent un mode de restauration qui est notablement différent de celui que nous venons de signaler dans les *Orthoceras*. En effet, les spécimens sur lesquels nous observons la troncature sont totalement dépourvus du dépôt conique sur le bout tronqué. Toute la réparation faite par le mollusque consiste dans l'épaisseur ajoutée à celle de la cloison mise à nu ; c'est ce qu'on voit très bien dans la figure 24 de *Gomphoceras Alphæus*. Cette épaisseur additionnelle est d'autant plus frappante dans cette espèce que ses cloisons se font remarquer par leur extrême ténuité. Le résultat naturel de cette opération est de faire disparaître complétement toute trace de siphon sur la cloison épaissie. Nous devons faire observer que le spécimen figuré montre encore, sur le bord tronqué, la

brisure du test de la coquille, ce qui nous semblerait indiquer que la réparation n'a pas été complète. Un autre spécimen non figuré ne porte plus aucune trace de brisure sur le contour de la cloison terminale dont la surface paraît avoir été bien raccordée avec celle du test, comme dans les *Ascoceras* dont il nous reste à parler.

La communication que nous avons faite sur le genre *Ascoceras* (*Bull.*, 2e série, vol. XII, p. 157, 1855, pl. 5) est accompagnée de figures d'*A. bohemicum* et d'*A. Buchi*, montrant que l'extrémité de la coquille a une forme tronquée. La même apparence se reproduit sans aucune variation notable, non-seulement dans les espèces de Bohême dont nous venons d'indiquer le nombre assez notable, mais encore dans trois espèces étrangères, successivement découvertes, la première en Suède, la deuxième en Angleterre, et la troisième dans l'île d'Anticosti au Canada. D'après cette harmonie générale dans la forme des *Ascoceras*, nous devons considérer la troncature naturelle de la pointe de la coquille comme inhérente à ce type, et comme constituant un de ses caractères distinctifs par rapport à tous les autres genres de la même famille.

Le fait de cette troncature n'est pas seulement indiqué par la forme extérieure que nous venons de rappeler, nous en trouvons encore la preuve dans la trace du siphon, qui persiste constamment sur la surface du bout tronqué, même après la réparation, comme dans les Orthocères dont nous venons de parler.

Enfin, nous voyons aussi dans les *Ascoceras* le test de la coquille se prolonger, sans aucune solution de continuité, à partir du bord de l'orifice, jusqu'à l'extrémité opposée. Mais, malgré la continuité que nous signalons, on peut observer, sur tous les spécimens bien conservés, une soudure qui a eu lieu entre le test de la coquille et celui de la calotte, ou surface terminale, figurant une sorte de pan coupé, un peu oblique à l'axe (fig. 26, 27, 28).

La restauration du bout tronqué dans les *Ascoceras* est semblable à celle que nous venons d'indiquer dans les *Gomphoceras*, en ce que le mollusque n'accumulait aucun dépôt conique sur l'extrémité de sa coquille. Toute son opération consistait donc à prolonger le test sur la surface terminale, en le raccordant exactement. Le test du pan coupé résulte de l'épaississement d'une cloison mince, antérieurement existante, comme dans *Gomphoceras*.

La surface du pan coupé, après la réparation, est lisse, mais un peu inégale, dans tous les *Ascoceras* que nous connaissons, quelle

que soit d'ailleurs l'ornementation de la surface du corps de la coquille.

En rapprochant cette dernière observation de celles que nous avons faites ci-dessus, au sujet des *Orthoceras* et *Gomphoceras*, nous sommes amené à reconnaître d'une manière générale, que les nautilides recouvraient d'une surface lisse le bout de la coquille, dans les cas de troncature périodique. Cette uniformité dans la superficie des calottes terminales contraste avec les ornements variés que nous avons observés sur les diverses surfaces du dépôt, dans *Orth. truncatum*. Mais il est très possible qu'on découvre des espèces, dont l'extrémité restaurée présente des ornements, car les appendices qui ont pu les produire durant la restauration pouvaient également les tracer sur la surface réparée.

Il resterait à savoir si la troncature normale avait lieu une ou plusieurs fois dans les *Ascoceras*. Nous n'avons aucune donnée pour résoudre cette question. Seulement, si nous considérons la forme générale de toutes les espèces connues, il paraît très vraisemblable que l'extrémité caduque de la coquille avait peu de longueur et par conséquent devait se composer seulement d'un petit nombre de loges aériennes. Nous avons même exprimé l'opinion qu'il pouvait n'y avoir eu qu'une seule loge caduque. Cette opinion indique la dernière limite, pour l'interprétation du pan coupé. Mais, en supposant même quelques unités de plus, le nombre des loges aériennes a dû être nécessairement trop réduit pour que la troncature ait pu se répéter beaucoup. Nous serions donc porté à croire que ce phénomène a eu lieu seulement une fois, durant l'existence de chaque individu.

Appendices ou bras des nautilides paléozoïques.

Reportons-nous à l'observation faite ci-dessus, au sujet des bras, au moyen desquels *Orth. truncatum* a restauré le bout de sa coquille, après chaque troncature. Nous avons fait remarquer que l'existence de deux longs appendices était clairement indiquée, soit par la rainure du dépôt conique, dirigée suivant le plan médian, soit par les sinus des stries transverses, alignés dans la même direction, sur la calotte terminale. Nous ajouterons quelques mots à ce sujet.

D'après la marche naturelle de nos études scientifiques, nous prenons rationnellement pour types les êtres qui sont sous nos yeux, dans la nature vivante. Ainsi, ne connaissant aujourd'hui

que deux ou trois espèces du genre *Nautilus*, seuls représentants des nautilides, nous sommes naturellement induits à nous figurer la forme des mollusques paléozoïques empiriquement rangés dans la même famille, à peu près suivant le modèle de *Nautilus Pompilius*, le seul dont les zoologues ont pu observer et décrire la conformation. Le grand Linné nous a depuis longtemps autorisés à cette assimilation idéale, en nous enseignant que *les Orthocères sont des Nautiles droits*, bien entendu, d'après les apparences de leurs coquilles.

Or, le mollusque de *Naut. Pompilius* nous montre, autour de la tête, 88 cirrhes rétractiles, considérés par certains zoologues comme autant de bras, ou tentacules. Mais M. Valenciennes, voyant ces cirrhes groupés en faisceaux sur 8 pédoncules, assimile ces derniers aux 8 bras des *Octopodes*, rétablissant ainsi l'analogie et l'unité de composition dans la classe des céphalopodes.

Les cirrhes du Nautile, généralement courts, varient entre 21 et 120 millimètres de longueur totale, dont une partie est enfermée dans une gaîne, placée à la base. Ainsi, leur longueur apparente est encore moindre en réalité. Bien que M. Valenciennes attribue à l'une des paires le dépôt de la couche externe et très mince, qui colore la coquille, rien ne peut faire soupçonner que ces organes puissent reproduire le test de la coquille, composé de deux couches distinctes, sécrétées par deux parties diverses du manteau.

Si nous considérons l'ensemble des Orthocères, leur coquille peut être idéalement assimilée à celle des *Nautilus*, non-seulement à cause de la conformation des loges aériennes, de la grande chambre et du siphon, mais encore à cause de la disposition de l'orifice, largement ouvert, à l'égal du diamètre de la section transverse. D'après ces apparences, on peut rationnellement concevoir que les mollusques qui construisaient ces coquilles droites et allongées pouvaient avoir autour de leur tête des cirrhes, bras ou tentacules, conformés à peu près comme ceux de *Naut. Pompilius*. Rien ne s'oppose à cette conception, nous le répétons, si on n'a sous les yeux que les formes ordinaires des Orthocères.

Mais, lorsque nous observons dans *Orth. truncatum* et dans quelques autres espèces du même groupe le fait de la troncature et de la réparation régulière et périodique de l'extrémité de la coquille, nous sommes forcément entraînés à admettre l'existence d'une paire de bras allongés et doués d'une faculté de sécrétion plus puissante que celle du manteau, mais cependant de même

nature, puisqu'ils reproduisent exactement la couche externe du test.

Or, des bras remplissant de pareilles fonctions et devant, par conséquent, embrasser le bout inférieur de la coquille, dont nous voyons le diamètre s'élever à 80 millimètres, ne peuvent pas être des cirrhes courts, minces et aigus, comme ceux que nous montre le Nautile. Pour nous faire une idée de la longueur de ces bras réparateurs, nous ferons remarquer qu'un individu de 50 millimètres de diamètre devait atteindre au moins 200 millimètres de longueur, au moment où il venait d'achever la réparation de sa coquille. D'après ces proportions, la coquille dont la calotte terminale, fig. 17, a un diamètre de 80 millimètres, devait dépasser la longueur de 320 millimètres. Ces chiffres suffisent pour nous faire bien comprendre que le mollusque de *Orth. truncatum* possédait des organes qu'on ne saurait assimiler à ceux des Nautiles vivants, ni sous le rapport de leur forme, ni sous le rapport de leurs fonctions.

Remarquons maintenant qu'il existe dans la nature vivante un exemple de céphalopodes, employant leurs bras dans la construction de leur coquille. Mais nous sommes obligé de le chercher dans une famille essentiellement différente de celle des Nautilides et nous le trouvons, en effet, dans la famille des Octopodes.

On sait que *Argonauta Argo*, dont la coquille a présenté pendant longtemps un problème difficile à résoudre, construit réellement son habitation testacée, si élégante et si légère, au moyen de deux grands bras palmés. Mais cette coquille diffère radicalement de celle des Nautilides en ce qu'elle est dépourvue de toute cloison. Ce fait établit donc à la fois une profonde diversité dans les caractères des deux familles, sous le rapport de la coquille, et un rapprochement frappant, sous le rapport des fonctions attribuées à deux des bras du mollusque, si on met en parallèle *Argon. Argo* avec *Orth. truncatum*.

D'après ces considérations, il ne serait peut-être pas trop hasardé de supposer que le mollusque de *Orth. truncatum* possédait deux longs bras palmés, plus ou moins analogues à ceux des Argonautes de nos mers. On pourrait admettre une paire semblable de longs appendices dans toutes les autres espèces qui éprouvaient la troncature normale, soit dans le genre *Orthoceras*, soit dans *Gomphoceras* et *Ascoceras*. Jusque-là le fait de la troncature constitue une base rationnelle à notre conception. Si l'analo-

gie permettait d'étendre cette conclusion à toutes les espèces des trois genres nommés, qui oserait l'aventurer au sujet de tous les Nautilides paléozoïques?

Dans tous les cas, l'étude que nous venons de faire nous indique suffisamment que la forme des Nautilides paléozoïques ne saurait être conçue rigoureusement, d'après le modèle des Nautiles vivants. Ainsi, quoique la famille porte le nom d'un type que nous avons sous les yeux, nous ne devons pas appliquer d'une manière trop étroite aux mollusques anciens les caractères qui nous semblent essentiels dans le Nautile décrit par nos zoologues.

Nous profitons de cette occasion pour faire remarquer que le bec corné des Nautiles modernes n'a jamais été observé parmi les fossiles recueillis dans les terrains paléozoïques, qui renferment des Nautiles bien caractérisés. On sait, au contraire, que cette partie de la tête a été retrouvée dans les terrains secondaires, dans lesquels les Nautiles ne sont pas beaucoup plus fréquents que dans les terrains anciens. Nous ne prétendons cependant tirer aucune conclusion de ce fait négatif, parce qu'en somme les Nautiles paléozoïques ne représentent qu'une minorité exiguë, si on les compare à l'immense multitude des espèces et des individus, qui constituent la famille des Nautilides, durant la même période géologique.

Mais, si l'on considère les myriades de Nautilides de forme quelconque, qui ont existé, soit dans le bassin silurien de la Bohême, soit dans les bassins paléozoïques de toutes les autres contrées d'Europe et d'Amérique, on aura peine à concevoir qu'un corps dur, comme le bec corné des Nautiles, s'il a réellement fait partie des organes des divers types de cette famille, n'ait laissé aucune trace qui ait pu être saisie jusqu'à ce jour. Ce fait paraît inexplicable, puisque nous trouvons, par exemple, dans les calcaires de notre terrain, des coquilles de Céphalopodes parfaitement conservées, malgré leur extrême ténuité, sans qu'il soit nécessaire de rappeler les embryons des Trilobites, exhumés en si grand nombre et en si parfait état, du fond des mêmes formations.

Cette observation nous induirait donc encore à concevoir une différence très notable dans la conformation des mandibules des Céphalopodes anciens, comparés aux Nautiles modernes.

Enfin, en jetant un coup d'œil sur les ouvertures contractées et presque réduites à des fissures linéaires, dans certains de nos Céphalopodes de Bohême, on serait aussi inévitablement entraîné à

se demander s'il pouvait y avoir réellement une grande ressemblance entre leur tête et celle de *Nautilus Pompilius*.

Nous ne pousserons pas plus loin ces considérations, parce qu'elles nous entraîneraient, par leurs tendances spéculatives, hors de la sphère positive de nos études simplement paléontologiques. Mais, avant de quitter ce sujet, qu'il nous soit permis de rappeler ici une observation importante, faite d'abord par le savant professeur Burmeister, et, depuis, confirmée par tous nos travaux ; savoir :

Que dans les faunes les plus anciennes, on trouve associés et combinés dans une même famille ou dans un même type, des caractères qui ne se présentent plus qu'isolés et contrastants, dans les types et les familles de la même classe, constituant les faunes postérieures.

Réciproquement, pourrait-on ajouter au point de vue géologique, les êtres qui nous offrent la réunion de caractères zoologiques répartis, durant le cours des âges, sur des types divers, communiquent aux dépôts sédimentaires qui renferment leurs dépouilles une empreinte de primordialité relative.

Sécrétions calcaires dans certains Céphalopodes paléozoïques.

L'étude que nous venons de faire nous montre, comme celles que nous avons précédemment publiées sur le dépôt organique dans le siphon et dans les loges aériennes, combien la faculté des sécrétions calcaires était développée dans certains Nautilides paléozoïques. La quantité des matières sécrétées est d'autant plus remarquable, que les coquilles renfermant ces mollusques sont généralement très minces. Le volume du calcaire qui les compose, et qui semble avoir dû être le but principal des sécrétions animales, ne représente souvent qu'une fraction de la masse organique, accumulée, pour un emploi en apparence secondaire, tantôt dans le siphon, tantôt dans les loges aériennes, tantôt à la fois dans ces deux réceptacles, tantôt enfin sur la paroi externe de l'extrémité tronquée.

Dans l'*Orthoceras truncatum* en particulier, la coquille est toujours très faible, car dans les spécimens de taille moyenne, dont le grand diamètre atteint au moins 30 millimètres, son épaisseur ne dépasse pas deux tiers de millimètre. Les cloisons sont encore plus minces. Cette ténuité contraste avec le volume du dépôt calcaire accumulé au petit bout, après chaque troncature, et renouvelé un grand nombre de fois, durant la vie du mollusque. Nous pouvons

surtout nous figurer l'importance de cette masse de sécrétions, d'après le grand fragment, figure 17.

Nous ne connaissons pas, il est vrai, l'épaisseur de la coquille dont il représente le bout restauré. Mais, en lui supposant moins de 2 millimètres, comme dans d'autres Orthocères d'un semblable diamètre, nous voyons que le volume total du test serait très inférieur à celui de tout le calcaire sécrété pour les restaurations successives, dont nous avons évalué le nombre à 50, avant que la coquille pût atteindre le diamètre de 80 millimètres. Celle de ces extrémités refaites qui est sous nos yeux présente une épaisseur d'environ 25 millimètres, et son poids brut est de 270 grammes. En déduisant le poids du schiste que nous n'avons pas pu enlever complétement de la cavité du fossile, il resterait au moins 200 grammes pour le poids de la matière sécrétée par le mollusque pour cette unique restauration du bout de sa coquille.

Avant de quitter ce sujet, nous ferons remarquer encore une fois les déplacements variés que présentent les produits de la sécrétion dans les coquilles, d'après les divers exemples que nous avons étudiés.

Lorsque la sécrétion a lieu dans l'intérieur d'un large siphon, qui se comble successivement, les loges aériennes paraissent exemptes de tout dépôt, comme dans le groupe des Orthocères *vaginati*, comprenant les *Endoceras* d'Amérique.

Si le siphon se réduit à une médiocre largeur, comme dans l'*Orthoceras rivale* et autres formes analogues de Bohême, le dépôt organique se partage entre l'intérieur de cet organe et celui des loges aériennes.

Si le siphon devient relativement étroit, il ne montre plus que la trace du dépôt calcaire, qui n'apparaît que faiblement dans les chambres à air. Cette répartition se rencontre rarement.

Si le siphon est filiforme ou très étroit, tout vestige de dépôt organique disparaît aussi bien dans ses cavités que dans celles des loges. Les planches de notre volume II offriront des exemples de ces diverses combinaisons.

Enfin, l'*Orthoceras truncatum* et quelques autres espèces de ce genre nous enseignent que le dépôt organique, manquant également dans leur siphon et dans leurs loges, reparaît sous une nouvelle forme, et aussi à des époques périodiques, sur leur extrémité tronquée.

Nous ne sommes pas certain que ces transformations ou déplacements d'un même produit naturel soient les seuls dont la nature avait doué les Céphalopodes durant les âges paléozoïques. Nous

avons déjà fait remarquer ailleurs les produits analogues d'une abondante sécrétion, mais sous une nouvelle apparence, dans le rostre des Bélemnites, dont l'existence caractérise la période secondaire. Depuis l'extinction de cette famille, nous ne voyons reparaître aucun groupe de Céphalopodes pourvus de la faculté de sécréter du calcaire en proportion si considérable.

On pourrait peut-être chercher les relations que présente ce fait, soit avec la composition des eaux de la mer, soit avec les progrès successifs dans l'organisation des mollusques de cette classe. Nous livrons ces questions aux savants, dont la tâche est de rapprocher, de combiner et généraliser les observations des simples paléontologues, qui consacrent leurs efforts à chercher les faits dans la nuit des temps.

Explication des figures.

Orthoceras truncatum, Barr.

Fig. 1. — Spécimen vu par la face aplatie ou latérale. Il montre le bord de l'ouverture, à peu près intact, la grande chambre, cinq loges aériennes et quelques portions du test. Vers l'extrémité inférieure et sur le côté droit de la figure, on voit le test se prolonger d'une manière continue, à partir des loges aériennes jusque sur la calotte terminale, dont un petit fragment est conservé, tandis que la majeure partie a été enlevée pendant l'extraction du fossile. Ce qui reste sur la dernière cloison représente la portion interne du dépôt conique, dont les couches extérieures se sont détachées par la percussion.

Fig. 2. — *Id.* Vu par le petit bout. La surface montre des stries longitudinales, inégales, mais pseudo-régulières, qui convergent vers le siphon. Celui-ci ne se voit pas sur cette surface, à cause de la brisure qui en a enlevé une partie, mais on peut le voir en place sur la figure 4, que nous allons décrire. On remarquera la rainure médiane très bien marquée sur la partie gauche et dirigée également vers le siphon. A l'extrémité opposée de la figure, on reconnaît le fragment déjà mentionné de la calotte terminale.

Fig. 3. — *Id.* Fragment de la surface grossie afin de montrer ses ornements.

Fig. 4. — *Id.* Vu de la même extrémité du fossile, après avoir enlevé un fragment, qui laisse à découvert le triangle curviligne, occupant la moitié gauche de la figure. Au sommet de ce triangle, on distingue la trace du siphon, vers lequel se dirige la rainure médiane moins fortement marquée que sur la couche enlevée. Cette surface subtriangulaire représente la première couche, très mince, du dépôt conique appliquée immédiatement sur la cloison, que nous distinguons très bien au-dessous, au moyen de quelques brisures sur le bord.

Fig. 5. — *Id.* Fragment de la surface de la première couche du dépôt. Elle est grossie, afin de montrer l'apparence de ses ornements, qui diffèrent de ceux de la couche superposée.

Fig. 6. — Autre spécimen vu par la face latérale. Il montre la grande chambre, dont le bord supérieur est ébréché ; cinq loges aériennes et quelques parties du test. L'extrémité inférieure du fossile ayant été brisée a cependant conservé une partie du dépôt conique, vers la base duquel on voit un petit fragment du test, au bord droit de la figure.

Fig. 7. — *Id.* Vu par le petit bout. Sur cette surface on distingue : 1° à droite le fragment du test déjà mentionné ; 2° sur la grande moitié, à droite de la figure, la superficie de la seconde couche du dépôt conique, ornée de stries longitudinales, inégales et offrant une dépression concentrique au bord ; 3° le siphon ; 4° dans la moitié plus petite, située à gauche, on distingue deux surfaces ; celle qui porte le siphon à son extrémité représente la première couche du dépôt conique, superposée sur la cloison ; 5° enfin l'espace triangulaire qui reste à gauche et au-dessus du précédent expose la surface lisse du moule interne de la cloison, qui a été enlevée.

Fig. 8. — *Id.* Fragment du test grossi, montrant les apparences différentes des deux couches superposées du dépôt conique, qui viennent d'être mentionnées.

Fig. 9. — *Id.* Partie inférieure du même spécimen, vu par le bord qui est placé à droite dans la figure 6. On reconnaît, sur le moule interne, la ligne normale, légèrement tracée sur les deux dernières loges aériennes. On voit, à l'extrémité inférieure, le dépôt conique appliqué sur la cloison dénudée, et l'on distingue aussi le fragment du test, qui relie ce dépôt à la loge voisine.

Fig. 10. — *Id.* Section longitudinale du même fragment, montrant la disposition des cloisons, du siphon et des premières couches du dépôt conique.

Fig. 11. — Autre spécimen vu par la face latérale. Il montre la grande chambre à peu près complète, une série de cinq loges aériennes et une partie du test. A l'extrémité inférieure, on voit le dépôt conique, presque complet, et relativement très allongé dans cet individu. Près de sa base, on reconnaît un fragment de la couche ornée de stries égales, longitudinales, qui recouvrait ce dépôt et qui a été enlevée par la percussion.

Fig. 12. — *Id.* Vu par le petit bout. On reconnaît, sur la surface conique, les stries grossières et inégales qui convergent vers le siphon, dont la trace est très apparente au sommet du cône.

Fig. 13. — Autre spécimen vu par la face latérale. La grande chambre étant brisée en partie, on voit dans son intérieur un fragment adventice d'un autre Orthocère. Au-dessous de cette partie, le test se trouvant partiellement enlevé, on peut compter sept loges aériennes, au-dessous desquelles on reconnaît le dépôt conique. Celui-ci se distingue par sa surface ornée de stries fines

longitudinales. Cet exemplaire montre aussi très nettement la continuité du test, qui s'étend sans aucune interruption sur les loges aériennes et sur le dépôt conique formant le petit bout. La portion du test qui constitue la calotte terminale est ornée de stries horizontales, dont la direction contraste avec celle des stries longitudinales caractérisant la couche placée immédiatement au-dessous.

Fig. 14. — *Id.* Vu par l'extrémité inférieure. La grande moitié de la surface montre la calotte terminale, ornée de stries horizontales, concentriques au bord. La portion centrale reste lisse autour du siphon, dont la trace est bien marquée. On reconnaît aisément les deux sinus formés par les stries horizontales Leurs sommets sont situés sur la ligne médiane passant par le siphon. L'autre partie de la figure représente la surface de la couche placée immédiatement au-dessous, et ornée de stries longitudinales dirigées vers le siphon.

Fig. 15. — Autre spécimen vu par la face latérale. Il montre la grande chambre incomplète et une série de loges aériennes, dont les cloisons sont en parties cachées. Le test de la coquille se prolonge sans solution de continuité sur le petit bout, pour former la calotte terminale, qu'on voit ornée de stries transverses, un peu effacées. Dans la brisure, à droite de la figure, on reconnaît, dans la calotte terminale, le dépôt conique, appliqué sur la dernière cloison.

Fig. 16. — *Id.* Vu par le petit bout. La majeure partie de la surface est recouverte par la calotte terminale, ornée de stries concentriques au bord. Elles sont effacées au droit du sinus, de sorte que celui ci n'est pas apparent. Au centre de la figure, on aperçoit la trace du siphon. Dans la brisure, on voit une partie de la surface du dépôt conique, sur laquelle on distingue la rainure médiane.

Fig. 17. — Autre spécimen, représentant un bout détaché et de très grande dimension. La calotte terminale, qui en recouvre la surface, présente au milieu un espace lisse, au centre duquel on voit la trace du siphon. Le reste de la superficie est orné de stries saillantes, concentriques au bord. Ces stries forment deux sinus symétriques, dont les sommets sont placés sur un même diamètre oblique, formant un angle d'environ 45 degrés avec le grand diamètre de l'ellipse.

Fig. 18. — *Id.* Vu par la face latérale. Le bord supérieur du fossile est un peu endommagé.

Fig. 19. — *Id.* Section verticale, montrant l'épaisseur du dépôt conique, déposé sur la cloison du petit bout de la coquille après la troncature.

Fig. 20. — *Id.* Fragment de la surface, fortement grossi, pour montrer l'apparence des stries saillantes dont elle est ornée.

Orthoceras pleurotomum, Barr.

Fig. 21. — Spécimen vu par la face latérale. Il montre la base de la grande chambre et une série de loges aériennes, en grande partie recouvertes par le test. Vers l'extrémité inférieure, on voit la section longitudinale de trois loges aériennes, dont les cloisons sont bien conservées avec leurs goulots, tandis que les éléments du siphon ont disparu.

Fig. 22. — Autre spécimen vu par la face latérale et recouvert par le test, orné de stries obliques. La pointe obtuse, qui termine ce fragment, est le produit de la restauration qui a eu lieu après la troncature. La forme conique de cette pointe diffère notablement de celle des cloisons que l'on voit sur la figure 21. La calotte lisse qui la couvre est parfaitement soudée avec le test strié de la coquille.

Fig. 23. — *Id.* Vu par le petit bout, montrant la trace du siphon.

Gomphoceras Alphæus, Barr.

Fig. 24. — Spécimen vu par la face latérale. Il montre la grande chambre, les bords de l'ouverure et une partie du test. La moitié inférieure expose une section longitudinale dans laquelle on reconnaît les cloisons et le siphon bien conservés, sauf quelques brisures. L'extrême ténuité des cloisons contraste avec l'épaisseur du test restauré, qui enveloppe l'extrémité du fossile et qui se raccorde avec celui qui recouvre les loges aériennes. On voit que ce raccordement n'est pas encore complet, car on aperçoit, de chaque côté, une petite saillie anguleuse au droit de la brisure du test, lorsque la troncature a eu lieu.

Fig. 25. — *Id.* Vu par le haut, montrant les contours de l'ouverture contractée, à deux orifices communiquant par une partie droite.

Ascoceras bohemicum, Barr.

Fig. 26. — Spécimen vu par la face latérale. Cette figure est réduite aux deux tiers de la grandeur naturelle. Le test ayant été enlevé en majeure partie, on reconnaît aisément la grande chambre et les loges aériennes. La portion du test qui est conservée dans la partie inférieure s'étend sans discontinuité sur le pan coupé oblique, qu'on voit à l'extrémité et sur la surface duquel on distingue la trace saillante du siphon.

Ascoceras Murchisoni, Barr.

Fig. 27. — Jeune spécimen vu par la face latérale. Il est entièrement recouvert par son test, qui s'étend d'une manière continue, à

partir des bords de l'ouverture jusque sur le pan coupé qu'il recouvre également.

Fig. 28. — *Id.* Vu par le petit bout, montrant le pan coupé en face, avec la trace saillante du siphon.

M. Émile Goubert présente deux échantillons d'une marne blanche avec Cérithes, qu'il a trouvée, il y a déjà plus d'un an, dans la grande carrière qui s'ouvre au pied du fort de Romainville (Seine), derrière ce fort. Cette marne se trouve entre la haute et la moyenne masse du gypse, un peu au-dessous du niveau des grands cristaux en fer de lance.

M. Émile Goubert a depuis revu cette marne dans la même position, avec M. Berger, employé de notre confrère M. Michelot. M. Michelot possède, par suite, plusieurs échantillons de cette marne à Cérithes.

M. Ch. d'Orbigny a signalé il y a plusieurs années (1), dans les fondations de la gare de l'Est, des Cérithes provenant d'un cordon de gypse situé dans les calcaires et argiles qui surmontent la couche à *Pholadomya ludensis*, bien au-dessous de la masse inférieure du gypse. Constant Prévost avait également indiqué des Cérithes dans la marne qui alterne avec le gypse de cette masse inférieure ; mais nous ne sachions pas que l'on eût encore rencontré des fossiles côtiers, pour ne pas dire marins, dans un niveau du gypse aussi élevé que la haute masse.

Les empreintes des deux échantillons présentés paraissent appartenir, comme le croit aussi M. Hébert, aux *Cerithium tricarinatum* et au *C. pleurotomoides*, fossiles du niveau supérieur des sables moyens (niveau de Mortefontaine, la Chapelle en Serval, Saint-Sulpice, etc.)

Il semble donc y avoir analogie entre les sables moyens, liés déjà étroitement au calcaire grossier qu'ils recouvrent et le gypse de Paris. On sait d'autre part que le calcaire lacustre de Saint-Ouen, qui surmonte les sables moyens, est surmonté lui-même de marnes calcaires vertes (docks Napoléon, Brie-sur-Marne) ou de calcaire (craon de Lude) à *Pholadomya ludensis*, avec certains fossiles des sables moyens, soit du niveau supérieur de ces sables (*Cerithium tricarinatum*, *Fusus*

(1) *Tableau synoptique des terrains de Paris*, n° 52.

subangulatus, etc.), soit de leur niveau inférieur (*Voluta depauperata*, *Buccinum Andræi*, *Cardita sulcata*, etc.).

Le calcaire grossier, les sables moyens, le calcaire de Saint-Ouen, ne semblent, par suite, que des sous-étages de l'étage éocène supérieur, et le gypse n'est lui-même que le dernier terme de cet étage, terme lacustre qu'il semble aussi impossible d'ériger au rang d'étage que les *Purbeck's beds*, la *Wealden formation*, les sables et marnes de Rilly, le calcaire de Brie ou de Beauce.

Le Secrétaire présente une note envoyée par M. Ébray et intitulée : *De la grande dénudation post-crétacée et de la formation de l'argile plastique.*

Cette note est renvoyée à l'examen de la Commission du *Bulletin*.

Séance du 4 juin 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE *vice-président.*

M. Ch. Laurent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le professeur Geinitz, *Der gebirgsbau Sachsen und sein Einfluss auf das Studium der Naturwissenschaften in Dresden* (extr. des *Denkschrift. des Gesellschaft Isis in Dresden* 1860), in-8, 10.

De la part de M. Jules Marcou, *Lettres sur les roches du Jura et leur distribution géographique dans les deux hémisphères*, 2e et dern. livraison, in-8, pp. v-xxiv et 145-364, 1 pl., Paris, 1860, chez Fr. Klincksieck.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 21 et 22.

Annales des mines, 5e série, t. XV, 3e livraison de 1859 ; t. XVI, 4e livraison de 1859.

L'Institut, nos 1376 et 1377, 1860.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Séance générale du 28 *mars* 1860, in-4, 56 p.

Mémoires de la Société imp. d'agriculture, sciences et arts d'Angers, t. III, 1er cahier, 1860.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, mars 1860.

Soc. imp. d'agric., sc. et arts de l'arrondissement de Valenciennes, XIe année, n° 10, avril 1860.

The quarterly journal of the geological Society of London, vol. XVI, part 2, may 1860, n° 62.

Address delivered at the anniversary meeting of the geol. Soc. of London, 17 febr. 1860, by J. Phillips, in-8, 31 p.

The Athenæum, nos 1700 et 1701, 1860.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. X, n° 5, mai 1860.

The american journal of science and arts, by Silliman, vol. XXXIX, mai 1860, n° 87.

M. le Président annonce la mort de M. le professeur Abraham Massalongo.

Il annonce également celle de M. l'abbé Croizet.

M. Michelin propose qu'un des membres de la Société soit chargé de faire une notice biographique sur M. l'abbé Croizet. Cette proposition est accueillie avec empressement.

M. Barrande développe, dans la communication suivante, les principes sur lesquels il a fondé son système des *colonies*, développement rendu nécessaire par les diverses attaques qui s'étaient produites à leur sujet à Paris et à Vienne.

Colonies dans le bassin silurien de la Bohême; par M. J. Barrande.

INTRODUCTION.

Je regrette vivement que notre honorable confrère, M. Bayle, ne se trouve pas aujourd'hui parmi nous. Je lui avais annoncé que je me proposais de le prendre à partie dans cette séance; et j'espérais qu'il m'honorerait d'une réponse. Voici le sujet de notre débat.

Récemment, à l'École des mines, après une brillante leçon,

consacrée à exposer quelques-uns des plus éclatants services rendus à la géologie par la paléontologie, M. Bayle m'interpella d'une manière d'ailleurs très courtoise, par ces mots : « *Je ne crois pas à vos colonies !* » Cette profession de foi, quelque peu impétueuse, me plut beaucoup par sa netteté et sa franchise. Elle m'était adressée en face et en présence de plusieurs des plus éminents géologues de France et d'Angleterre, dont elle ne pouvait manquer d'éveiller l'attention. Elle me fournit donc une légitime occasion pour exposer à M. Bayle l'un des faits les plus saillants sur lesquels se fonde ma doctrine des colonies. J'espérais donc terminer aujourd'hui avec lui ce débat, en provoquant de sa part, devant la Société, une profession de foi finale. Mais, puisqu'il est absent, je me bornerai à prévoir qu'à la première occasion M. Bayle parlera des colonies en vrai croyant et trouvera même, suivant son habitude, une tournure piquante pour faire applaudir la confession de son incrédulité passagère. Je ne crois pas me hasarder beaucoup dans cette prévision, car, si M. Bayle jouit du privilége précoce d'enseigner même les maîtres de la science qui assistent à ses cours, c'est avant tout, parce qu'il sait parfaitement apprendre tout ce qui doit être appris. Or, je crois que la doctrine des colonies en est arrivée au point d'attirer l'attention sérieuse de tous les géologues. Je me félicite donc de la courtoise contradiction qu'elle a éprouvée et qui n'est qu'une bien légère épreuve pour elle, si elle doit avoir l'honneur d'être introduite dans l'enseignement d'une école qui est aux premiers rangs parmi toutes les écoles scientifiques du monde.

J'ai maintenant à communiquer à la Société, sur le même sujet, un autre débat qui a commencé, non par une attaque en face, suivant le bon procédé de M. Bayle, mais par une surprise. Au mois d'octobre dernier, j'étais paisiblement à Prague, occupé de mes travaux ordinaires, lorsque M. le professeur Suess, arrivant en toute hâte de Vienne, vint me demander si les colonies avaient réellement disparu de l'horizon scientifique. Cette question me paraissant inintelligible, M. Suess m'apprit que, dans un rapport fait à l'Institut géologique impérial de Vienne, le 31 août précédent, M. le directeur Haidinger avait annoncé que M. Krejci, professeur à Prague, avait reconnu de véritables dislocations dans les phénomènes auxquels j'avais donné le nom de colonies.

Je constaterai tout à l'heure que M. le professeur Suess, après un court séjour à Prague, retourna à Vienne, bien convaincu que les colonies ne s'étaient pas évanouies.

Le 15 octobre, je reçus de Vienne le rapport textuel de M. le directeur Haidinger, dont j'extrais le passage relatif aux colonies. M. Haidinger, après avoir annoncé que les services volontaires de M. Krejci ont été agréés pour lever la carte géologique des environs de Prague, saisit cette occasion pour rappeler, en termes très flatteurs et bienveillants, les résultats de mes travaux dans cette contrée. Il constate que M. Krejci déclare avec reconnaissance avoir pris pour base de ses observations la classification établie par mes étages. Enfin, il ajoute :

« M. le professeur Krejci a suivi avec la plus grande attention » le cours des couches suivant leur direction, et au sujet de l'im- » portante conception des colonies, signalées par M. Barrande à » Motol, Béranka et Gross-Kuchel, où des strates renfermant » des fossiles de l'étage E sont intercalés dans l'étage D, il » est arrivé à admettre que ces anomalies peuvent être expli- » quées par de véritables dislocations. C'est là une des questions » les plus importantes des recherches actuelles, et certainement » M. Barrande verra très volontiers l'exception rentrer dans » la règle ; mais nous prions notre honorable ami, M. le pro- » fesseur Krejci, d'exposer ses preuves de la manière la plus » fondée. »

Cette dernière phrase montre suffisamment, qu'au fond M. le directeur Haidinger n'était pas parfaitement convaincu que l'interprétation si simple, annoncée par M. Krejci, était la solution infaillible du problème des colonies. Cependant il se croyait autorisé d'avance à annoncer au monde savant notre résignation, conditionnelle sans doute.

Or, nous n'étions rien moins que résigné à voir disparaître les faits et la doctrine des colonies, et, pour le bien prouver, nous adressâmes immédiatement à M. Haidinger la protestation suivante, datée du 17 octobre 1859 :

A M. W. Haidinger, directeur de l'Institut géologique impérial, à Vienne.

Monsieur le directeur,

Je viens de recevoir votre rapport du 31 août dernier, dans lequel vous annoncez que M. le professeur Krejci croit avoir reconnu que les *Colonies*, signalées par moi dans le bassin silurien de la Bohême, peuvent être expliquées par de véritables dislocations.

Je me hâte de protester contre cette prétendue découverte, et

de constater qu'au 4 octobre, c'est-à-dire plus d'un mois après votre rapport, M. le professeur Krejci ignorait encore les faits principaux sur lesquels repose ma doctrine des colonies, et que je lui ai indiqués, à sa grande surprise, en présence de M. le professeur Suess.

Non, les colonies ne sont pas des apparences trompeuses, produites par des dislocations, et mes convictions à ce sujet ne sont pas le résultat de quelques semaines d'excursions sur le terrain, mais de longues études, car c'est en 1841 que j'ai observé la première anomalie de ce genre.

Ma doctrine des colonies sera prochainement exposée dans un travail que je vais préparer et que j'aurai l'honneur de vous communiquer.

Il m'est très pénible d'avoir à réfuter l'assertion de M. Krejci, dont vous avez agréé les services volontaires pour les travaux de votre Institut; mais, comme vous le dites très bien, la question des colonies est une des plus importantes parmi celles que les recherches de vos géologues, en Bohême, peuvent soulever. J'ajouterai qu'elle est aussi une des plus graves qui puissent être agitées dans la science géologique. Il m'est donc impossible de garder le silence en cette occasion. Je me félicite, du moins, de ce qu'aucun des savants géologues de l'Institut impérial ne se trouve personnellement engagé dans le débat ouvert par votre grave et retentissante parole.

M. Krejci aurait facilement évité cette discussion, si, au lieu de me laisser, *moi seul*, dans l'ignorance de ses conceptions, confiées par lui à tout le monde, il était venu me présenter ses observations et ses doutes. Personne ne sait mieux que lui avec quelle libéralité je communique à tout venant le fruit de mes études, et j'aurais été heureux de le prémunir contre les erreurs qu'il a publiées avec une fâcheuse précipitation.

Je suis aussi très contrarié d'être obligé de dérober une partie de mon temps à mes travaux paléontologiques, qui absorbent et dépassent mes forces. En vous disant que j'ai en ce moment plus de 400 planches faites ou en voie d'exécution, je vous laisse à apprécier l'étendue du texte correspondant et toutes mes préoccupations pour mener à bonne fin la publication de cette partie de mes recherches.

Dans ces circonstances, je ne me propose pas de donner au travail que j'annonce sur les colonies tous les développements qu'il prendra dans mes études géologiques destinées à paraître après les recherches paléontologiques qui en sont la base. Je me

bornerai donc à des considérations générales et à l'exposition de quelques faits, qui suffisent pour démontrer que les colonies constituent réellement un phénomène anormal; et qu'elles n'ont rien de commun avec les dislocations si fréquentes dans le bassin silurien de la Bohême.

Ces faits sont ceux qu'on observe dans les colonies les plus voisines de Prague, et que je nommerai dorénavant : *colonie Zippe*, *colonie Haidinger* et *colonie Krejci*. Je choisis de préférence ces trois colonies, parce qu'elles sont les plus faciles à visiter, et aussi parce que leurs apparences sont de nature à produire plus aisément la conviction dans l'esprit des savants qui n'ont que peu de temps à donner à cette étude.

La colonie Zippe, située dans la bande *d*4, sur le côté nord du bassin calcaire, au lieu dit Bruska, dans l'enceinte de Prague, portera le nom du savant professeur qui en a constaté l'existence, à une époque où je n'avais pas encore formulé ma doctrine des colonies. Je suis heureux d'offrir cet hommage respectueux au modeste et laborieux géologue qui, le premier, a reconnu et tracé les contours des divers terrains qui occupent la Bohême.

Les colonies Haidinger et Krejci sont situées dans la bande *d*5 sur le bord opposé, ou sud, du bassin calcaire, à peu de distance horizontale, mais à une notable distance verticale, l'une par rapport à l'autre, sur les escarpements que longe le chemin de Grosskuchel à Radotin.

Le nom de Haidinger, donné à celle de ces deux colonies qui occupe l'horizon relativement le plus profond, dans la série verticale des couches, est destiné à rappeler notre respect et notre reconnaissance envers le savant qui est le grand promoteur de la science géologique dans l'empire d'Autriche.

En attachant le nom de M. le professeur Krejci à la colonie la plus voisine de Grosskuchel, et relativement moins ancienne que la précédente, nous voulons montrer que nous aimons à honorer et à encourager celui qui est un des plus zélés propagateurs des notions scientifiques dans la jeunesse de Bohême, et que notre considération pour lui est bien au-dessus d'une contradiction, sous quelque forme qu'elle se présente.

Ces lignes suffisent pour annoncer que je persiste, sans aucune hésitation, dans ma doctrine des colonies. Je termine en vous priant, monsieur le directeur, d'avoir la bonté de les publier et d'agréer, avec tous mes remercîments, l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Signé : J. Barrande.

Quatre mois se sont écoulés avant que notre protestation du 17 octobre ait pu être publiée dans le *Jahrbuch* de l'Institut géologique impérial de Vienne. On conçoit que cet intervalle de temps a suffi, non pas pour résoudre la question soulevée, mais cependant pour apprécier sommairement la valeur des observations et des arguments de M. Krejci. Le résultat de ces appréciations provisoires est clairement constaté dans une lettre que M. le directeur Haidinger nous a fait l'honneur de nous adresser, le 18 février 1860, et dont nous extrayons le passage suivant :

« Je viens bien tard vous accuser réception de votre intéressant » coup d'œil sur le progrès des connaissances au sujet de la faune » primordiale, ainsi que de vos communications par rapport aux » prétendues explications des colonies par transport ou disloca- » tions. Il me tardait de pouvoir vous annoncer l'impression de » votre protestation dans notre *Jahrbuch*, et de pouvoir vous en » faire expédier des exemplaires tirés à part comme toujours. » Enfin le jour en est arrivé, et je puis vous faire mes remercî- » ments les plus sincères de l'attention que vous avez bien voulu » donner à cette réclamation de M. Krejci, qui, en elle-même, » s'est montrée tout à fait illusoire et ne reposant pas sur des faits, » tandis que vos colonies ont de nouveau gagné glorieusement du » terrain. »

Pour faire concevoir à quoi se rapportent les dernières expressions de ce passage, qui sont si flatteuses pour la doctrine des colonies, nous rappelons que M. le professeur Suess avait emporté de Prague une complète conviction sur la réalité de nos observations et sur l'interprétation que nous leur avions donnée. Retourné à Vienne, il s'empressa d'exposer ses croyances à M. le directeur Haidinger, dans une lettre qui fut lue en même temps que notre protestation, le 22 novembre 1859, à la séance solennelle de l'Institut géologique impérial. Dans cette lettre, M. le professeur Suess s'attache principalement à indiquer les faits relatifs à la colonie Zippe, dont il raconte brièvement l'histoire et dont il avait vérifié les fossiles dans notre collection. Il termine en disant qu'il considère la découverte des colonies comme l'une des plus remarquables qui aient enrichi la paléontologie durant ces dernières années, et il annonce la description qu'il se propose de faire des colonies de Starhemberg, découvertes par lui-même dans les calcaires du Dachstein.

Depuis lors, M. Suess a reproduit, sous une nouvelle forme, l'expression des mêmes convictions, dans un mémoire lu à l'Académie impériale des sciences de Vienne, le 5 janvier 1860. Ce

travail, aussi instructif qu'intéressant, est la seconde partie des études de M. Suess sur l'*habitat des Brachiopodes*. Lorsque ce savant aura publié la troisième partie, consacrée aux colonies de Starhemberg, nous nous ferons un plaisir et un devoir de donner à la Société un résumé de tous ces travaux, également importants pour la science.

Durant le même temps, M. Krejci ayant achevé les informations sur la voie desquelles nous l'avions acheminé, au sujet de la colonie Zippe, dont nous lui avions révélé l'importance et la réalité, le 4 octobre 1859, nous a déclaré qu'il reconnaissait la nature de cette colonie comme incontestable. En prenant acte de cette déclaration, qui nous a été faite verbalement, vers le milieu du mois de mars dernier, nous osons exprimer l'espoir que M. Krejci, en poursuivant ses études, finira par arriver à une conviction semblable, par rapport aux autres colonies, dans lesquelles il a cru voir des dislocations. Dans tous les cas, quelque rapproché ou quelque éloigné que puisse être l'accomplissement de cette espérance, le débat qui nous reste à terminer avec M. Krejci ne peut plus présenter qu'un intérêt très secondaire aux yeux des savants. En effet, M. Suess faisait observer très judicieusement à M. Krejci, en notre présence, que l'existence d'un seul fait incontestable, comme celui de la colonie Zippe, suffit parfaitement pour servir de base à la doctrine des colonies.

Les adhésions récentes que nous venons d'indiquer, quelque importance qu'elles puissent avoir à nos yeux, puisqu'elles se manifestent à la suite d'un débat engagé, ne doivent pas nous faire oublier les témoignages publics rendus au fait des colonies par deux des géologues les plus éminents de l'Angleterre. Rappelons-nous que sir Roderick Murchison, venu en Bohême en 1854, dans le but de vérifier nos assertions au sujet des colonies, a déclaré le fait *incontestable* : c'est l'expression dont il s'est servi (*Siluria*, 1re édition, p. 347, 1855).

A son tour, sir Charles Lyell, pendant son séjour à Prague, en 1856, a visité plusieurs fois nos colonies, et il a exprimé l'entière conviction, que ce phénomène est bien tel que nous l'avions annoncé. Cette déclaration se trouve dans le supplément à la cinquième édition de son *Manual of elementary geology*, p. 31, 1857).

A ces témoignages dont tout géologue serait fier, je pourrais joindre ceux de beaucoup d'autres visiteurs qui ne sont pas moins dignes de foi, bien qu'ils n'aient pas eu l'occasion de s'exprimer dans des publications. Je me borne à citer trois de

nos honorables confrères, présents dans cette enceinte, MM. Michelin, E. Collomb et Humbert, que j'ai eu le plaisir de guider moi-même sur les lieux, il y a quelques années.

Dans ma protestation du 17 octobre, j'ai annoncé la publication d'un travail destiné à exposer ma doctrine des colonies et la description de trois d'entre elles, que je nomme : *Zippe*, *Haidinger* et *Krejci*, me réservant, pour un temps opportun, d'énumérer et de décrire tous les autres phénomènes semblables que je connais dans mon terrain. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société le manuscrit de cet ouvrage, à peu près achevé depuis la fin de l'année dernière. Le seul chapitre qui reste à écrire est réservé aux réponses éventuelles à faire aux arguments que M. Krejci pourrait produire contre la nature de celles des colonies qui restent encore en litige entre lui et moi. Je regrette que l'étendue de mon ouvrage ne me permette pas de songer à le publier dans le *Bulletin*. Dans tous les cas, je crois devoir donner à la Société un sommaire des principaux chapitres, savoir :

Chap. I. — Description et parallèle des trois colonies : *Zippe*, *Haidinger* et *Krejci*.

Chap. II. — Connexions et contrastes entre les colonies et les étages D—E.

Chap. III. — Rapports entre les faunes seconde et troisième de Bohême et d'Angleterre, au point de vue des colonies.

Chap. IV. — Relations entre les faunes siluriennes des diverses régions de l'Amérique septentrionale.

Chap. V. — Intermittences constatées dans les faunes jurassiques d'Angleterre et dans la faune seconde silurienne de Bohême.

Chap. VI. — Interprétation des colonies de Bohême.

Chap. Ier. — Description et parallèle des trois colonies : Zippe, Haidinger et Krejci.

Colonie Zippe.

La colonie Zippe se distingue de toutes les autres, parce qu'elle est également importante sous le triple point de vue de la stratigraphie, de la paléontologie et des circonstances historiques relatives à sa découverte.

Elle est située dans la bande *d4* de l'étage D, au nord du bassin calcaire, au lieu dit *Braska*, dans l'enceinte de Prague, ainsi que nous l'avons déjà dit dans notre protestation.

A. Sous le point de vue stratigraphique, cette colonie est d'une extrême simplicité, puisqu'elle se compose uniquement d'une couche calcaire d'environ 25 centimètres d'épaisseur, intercalée en stratification concordante entre des milliers de couches minces, de 2 à 25 centimètres, de schistes et de quartzites, alternant avec une parfaite régularité. Ce calcaire, par sa seule présence dans la bande *d*4, constitue une exception remarquable ; car c'est la seule couche de cette nature que nous connaissions dans toute la hauteur de notre étage des quartzites D, dont la puissance, sur certains points, s'élève jusqu'à 2000 mètres. En outre, la roche de cette colonie se distingue par des apparences minéralogiques particulières d'avec les calcaires composant la masse de notre division supérieure. Nous connaissons cependant quelques strates d'apparence analogue dans notre étage calcaire inférieur E. Enfin, cette couche ne s'étend pas à l'égal des autres strates, qu'on peut suivre sur une assez grande longueur dans les parties régulières de notre bande *d* 4. Elle constitue seulement une lentille dont les dimensions horizontales n'ont pas pu être déterminées.

La distance verticale qui sépare cette colonie de la base de notre division supérieure ne peut pas être exactement mesurée, à cause des dislocations subies par le terrain. En considérant qu'il existe une distance horizontale d'environ 3500 mètres entre le lieu où se trouve la colonie et le point le plus voisin de notre étage E, nous croyons devoir adopter le chiffre de 1000 mètres comme le minimum de sa profondeur au-dessous de la base de cet étage.

B. Sous le point de vue paléontologique, la colonie Zippe présente une circonstance unique entre toutes les autres colonies de Bohême, en ce qu'elle renferme un mélange de fossiles caractéristiques, les uns de la faune seconde et les autres de la faune troisième. Ces fossiles sont indiqués dans le tableau suivant :

		Premier observateur.	Musée Bohême.	Collection Barrande.
Faune seconde.	1. *Asaph. nobilis*, Barr. . .	(*Corda. Prodrom.*)	*	
	2. *Calym. incerta*, Barr. . .	(*Corda. Prodrom.*)	*	
	3. *Phac. proœvus*, Emm. / *Dalm. socialis*, Barr.	(*Corda. Prodrom.*)	*	*
	4. *Trin. Goldfussi*, Barr. / — *pragensis*, Corda.	(*Corda. Prodrom.*)	*	*
Faune troisième.	1. *Cheir. insignis*, Beyr. . .	(*Corda. Prodrom.*)	*	*
	2. *Arethus. Konincki*, Barr.	Barr.	. . .	*
	3. *Sphaerex. mirus*, Beyr. .	Id.	. . .	*
	4. *Phac. Glockeri*, Barr. . .	Id.	. . .	*
	5. *Lept. euglypha*, Dalm. .	Id.	*	*
	6. — *Haueri*, Barr. . . .	Id.	. . .	*
	7. *Spirif. togatus*, Barr. . .	Id.	. . .	*
	8. *Orthis mulus*, Barr. . . .	Id.	. . .	*
	9. *Ter. reticularis*, Linn., sp.	Id.	*	*
	10. — *obovata*, Sow. . . .	Id.	. . .	*
	11. — *monaca*, Barr. . . .	Id.	. . .	*
	12. — *Daphne*, Barr. . . .	Id.	. . .	*
	13. — sp. indét.	Id.	. . .	*

Ce tableau montre que 4 espèces de Trilobites, caractéristiques de la faune seconde, se trouvent mêlées, dans la colonie Zippe, avec 13 espèces caractéristiques de la faune troisième, et appartenant, soit à la famille des Trilobites, soit à la classe des brachiopodes. Cette dernière classe, représentée par 9 espèces, fournit à elle seule environ la moitié des formes de la colonie, tandis que les Trilobites constituent toute l'autre moitié.

Cette constitution zoologique diffère notablement de celle des autres colonies, dans lesquelles prédominent, en général, les céphalopodes ou les Graptolites. Nous ferons ressortir ces différences dans l'ouvrage que nous avons annoncé.

Afin de faire mieux apprécier l'importance du mélange des espèces dans la colonie Zippe, nous constatons que les quatre Trilobites de la faune seconde sont les formes les plus répandues dans diverses bandes de l'étage D, savoir :

As. nobilis, . . . dans	*d* 2	—	*d* 3	—	*d* 4	—	*d* 5
Calym. incerta, . . .					*d* 4	—	*d* 5
Dalm. socialis, ...	*d* 2	—	*d* 3	—	*d* 4	—	*d* 5
Trin. Goldfussi, . . .	*d* 2	—		—	*d* 4	—	*d* 5

Quant aux espèces de la faune troisième, Trilobites et brachio-

podes, elles sont, à l'exception de deux, au nombre de celles qui se trouvent le plus communément dans notre étage E, c'est-à-dire à l'époque de la première phase de cette faune.

Il est important d'observer que dans toute la masse des calcaires de notre division supérieure renfermant la faune troisième personne n'a jamais vu aucune trace des Trilobites de la faune seconde. Ainsi, lors même qu'on voudrait faire abstraction du gisement du calcaire de la Bruska et de son intercalation régulière dans la bande *d4*, puisque cette couche renferme le mélange des Trilobites caractéristiques des étages D-E, ce fait constitue à lui seul une colonie incontestable.

C. Les circonstances historiques relatives à la colonie Zippe méritent d'être remarquées.

En 1830, durant la construction de la chaussée qui s'élève sur le talus escarpé de la Bruska, M. le professeur Zippe fut averti qu'on venait de rencontrer une couche remplie de fossiles. Ce savant, s'étant rendu sur les lieux, constata que la couche fossilifère était une simple lentille calcaire, régulièrement enclavée dans les strates de la grauwacke, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus. Il recueillit de gros et nombreux fragments de cette couche, environ de quoi remplir deux caisses, et il les déposa au Musée Bohême. Tout le monde sait qu'à cette époque les fossiles des formations anciennes n'avaient pas encore été étudiés, et, par conséquent, il est tout simple que le professeur Zippe se soit borné à remarquer qu'il y avait des Trilobites dans le calcaire de la Bruska.

Vers 1842, M. le professeur Zippe nous signala l'existence de cette couche calcaire, en ajoutant qu'elle renfermait des traces de Trilobites, et que sa tranche, se trouvant placée sous la chaussée et ses talus, était devenue invisible. En effet, la reconnaissance des localités nous démontra l'impossibilité d'atteindre la roche calcaire ; mais, comme sa présence dans notre étage D était intéressante, nous nous fîmes un devoir de la signaler dans notre *Notice préliminaire* publiée en 1846 (p. 25).

Bien que le professeur Zippe nous eût mentionné les fragments de roche déposés par lui au Musée et renfermant les traces des Trilobites, il nous fut impossible d'étudier ces fossiles, parce que feu Corda, qui se réservait de les décrire, les cachait soigneusement pour nous.

Pour faire comprendre les circonstances importantes dans lesquelles la nature de ces fossiles nous fut révélée, nous sommes obligé de rappeler que notre classification du bassin silurien de la

Bohême en huit étages, publiée dans notre *Notice préliminaire* en 1846, fit naître un antagonisme très concevable dans un pays où dominaient alors des idées très différentes. Deux auteurs élevèrent presque en même temps la voix contre cette classification.

M. Krejci, se faisant l'interprète des vues purement minéralogiques, publia en 1847 une notice dans laquelle il enseigne que le terrain des environs de Prague n'est pas stratifié, mais a été produit par la cristallisation dans ses formes et apparences actuelles. Il déclare en même temps que les fossiles sont inutiles. On conçoit que de semblables principes, une fois admis, détruisent radicalement la base et l'opportunité de toute classification par étages, comme aussi toute idée de dislocation postérieure au dépôt des roches. A ce point de vue, toute notre doctrine se trouvait donc étouffée dans son germe. Nous avons mentionné cet opuscule de M. Krejci dans notre introduction historique (*Syst. silur. de la Boh.*, I, p. 36).

Feu Corda, placé au point de vue de la paléontologie, sans nier, comme M. Krejci, la stratification du terrain, soutenait de même que toutes les formations renfermant les Trilobites de Bohême étaient contemporaines. A l'appui de cette doctrine, il énonçait un fait très remarquable, savoir : qu'il avait observé, dans une seule couche de calcaire enclavée dans la grauwacke de Prague, le mélange de Trilobites que nous avions indiqués comme caractéristiques de nos étages superposés D-E (*Prodrom*, p. 6). Ce fait entraînait, suivant Corda, cette conclusion que nos étages n'étaient pas distincts.

Sans rien redouter pour la distinction de nos étages, nous fûmes réellement très étonné de l'annonce du mélange de certains Trilobites que nous avions considérés comme propres à deux horizons différents.

Sur notre demande et en présence de feu Dormitzer, Corda s'empressa de nous montrer les roches qui renfermaient les vestiges mêlés des espèces de nos étages D-E. Le fait se trouva si certain et si évident qu'il nous fallut moins de cinq minutes pour le constater et le reconnaître hautement. Corda triomphait, et, cédant à une impulsion de générosité, il nous fit présent d'un fragment de ce calcaire un peu plus gros que le poing et paraissant assez riche en fossiles. Il alla même plus loin; car il ajouta à ce don l'étiquette écrite par le professeur Zippe, et qui nous révélait le mystère de la localité où cette étrange roche avait été découverte. C'était précisément la couche calcaire rencontrée au milieu des schistes et quartzites de la Bruska, ainsi que nous l'avons dit

ci-dessus. La précieuse étiquette du professeur Zippe est toujours en notre possession.

Le fragment de calcaire que nous avions reçu, ayant été dépecé par nous avec beaucoup de précaution, nous a fourni tous les fossiles de la colonie Zippe, indiqués ci-dessus comme se trouvant dans notre collection, ce qui peut donner l'idée de la richesse de cette couche.

Malheureusement, par suite d'accidents de force majeure, tous les gros fragments de la même roche, déposés au Musée Bohême, ont été perdus en 1848, parce que les caisses qui les renfermaient, pendant le transport de la collection dans son nouveau local, ont été employées à faire une barricade. Leur contenu a été dispersé, sans qu'on se soit occupé de le retrouver dans ces moments de trouble.

Ainsi, les seuls fossiles de la colonie Zippe qui restent aujourd'hui sont ceux de notre collection et quelques échantillons appartenant au Musée où ils ont été conservés, parce qu'ils étaient assez petits pour avoir été placés dans les tiroirs. Le catalogue dressé par feu Dormitzer est encore là pour constater leur origine, aussi bien que les étiquettes écrites de sa main ou de la main du professeur Zippe.

Dans notre ouvrage, nous donnerons plus de détails sur les circonstances que nous nous bornons à indiquer ici.

Il résulte de ces documents historiques que la colonie Zippe n'a point été découverte par nous, mais par le respectable savant dont elle doit justement porter le nom. En second lieu, le mélange extraordinaire des formes caractéristiques de nos faunes seconde et troisième a été d'abord reconnu, non par nous, mais par Corda, et a été publié, non pas dans l'intérêt de nos idées, mais au contraire comme un argument supposé capital contre la distinction de nos étages.

Ainsi, d'un côté, l'existence de la couche calcaire de la Bruska repose sur des témoignages si multipliés et si respectables qu'elle ne saurait être révoquée en doute. D'un autre côté, le but dans lequel l'antagonisme déclaré contre nous a constaté le mélange des deux faunes seconde et troisième dans cette couche, imprime à ce fait un caractère d'authenticité que n'aurait jamais pu lui donner notre témoignage, si nous eussions été le premier à signaler un phénomène si inattendu.

Tout ce qui vient d'être dit au sujet de cette colonie peut se résumer par les deux considérations suivantes : l'une au point de vue stratigraphique, l'autre au point de vue paléontologique.

1° La colonie Zippe, consistant en une seule lentille de calcaire de 25 centimètres d'épaisseur, régulièrement intercalée entre des milliers de couches de schistes et de quartzites dont la stratification n'a éprouvé aucune atteinte, brave victorieusement les efforts de toute intelligence humaine qui chercherait à expliquer la présence de cette couche par une dislocation. C'est ce que le professeur Zippe a senti comme nous, et a exprimé très clairement dans le passage suivant de sa lettre à M. Krejci :

« J'ai vu la tranche de cette couche, et j'ai la conviction cer-
» taine de son intercalation. Vous voyez, d'après cela, qu'on ne
» saurait avoir l'idée de blocs de calcaire amenés dans cette loca-
» lité par une dislocation. »

Cette lettre très importante sera reproduite en entier dans notre ouvrage sur les colonies. Elle a été écrite en octobre 1859, et M. le professeur Krejci a eu la loyauté de nous en donner copie le 4 novembre suivant.

2° La présence des fossiles caractéristiques de nos étages D-E, non-seulement dans l'étendue de la couche calcaire de la Bruska, mais même dans un fragment gros comme le poing, démontre de la manière la plus incontestable notre doctrine des colonies, car elle se résume par le fait de la coexistence partielle de deux faunes qui, considérées dans leur ensemble, représentent cependant deux époques successives. Cette conclusion resterait absolument vraie, lors même qu'on ferait abstraction de tout ce qui a été constaté au sujet du gisement de la colonie Zippe.

Nous ne pouvons laisser passer cette occasion sans rendre un nouvel hommage à la mémoire de Corda dont l'antagonisme nous a révélé ce fait si important. Nous aimons à croire que, s'il n'eût pas péri prématurément victime de son zèle pour la science, il aurait reconnu tôt ou tard, dans le calcaire de la Bruska, une colonie qui attirera les yeux de tout le monde savant sur la page 6, jusqu'ici peu remarquée, de son *Prodrom.* Il se serait également convaincu, par l'étude du sol, que la distinction de nos étages, contre laquelle il croyait avoir dirigé un si puissant argument paléontologique, est réellement bien fondée dans la nature.

Si nous n'hésitons pas à nous faire cette douce illusion, c'est parce que l'opposition semblable, qu'avait manifestée en même temps M. Krejci, en partant d'un tout autre point de vue, ne l'a pas empêché de reconnaître loyalement l'existence de la colonie Zippe, et de déclarer avec reconnaissance que ses travaux pour la carte géognostique des environs de Prague ont eu pour base la

distinction de nos étages, sans laquelle cette opération eût été impossible (*Teste Haidinger. Rapp. du* 31 *août* 1859).

Nous avons souvent dit en conversation et nous aimons à répéter hautement ici, que la lumière, au sujet des colonies, ne s'est faite dans notre esprit que par la connaissance de la colonie Zippe qui nous présentait le mélange des deux faunes. Ce fait nous ayant été révélé vers la fin de 1847, nous a confirmé dans l'interprétation des autres colonies que nous connaissions depuis plus de six ans, sans oser hasarder une publication à ce sujet, tant il nous paraissait impossible de trouver en défaut les lois alors admises dans la science, relativement à la succession absolue des faunes.

Aujourd'hui nous pensons que l'étude stratigraphique et paléontologique d'autres colonies, comme celles que nous nommons *Haidinger* et *Krejci*, suffirait aussi, à elle seule, pour servir de base à notre doctrine. Dans ce but, nous allons en esquisser la description.

Relations générales entre les colonies Haidinger et Krejci.

Ces deux colonies sont situées au sud de Prague, sur le bord du bassin calcaire opposé à celui où se trouve la colonie Zippe. Elles sont intercalées l'une et l'autre, en stratification concordante, entre les couches de la formation puissante des schistes gris jaunâtre *d* 5, couronnant notre étage des quartzites D. Elles occupent dans cette bande deux horizons différents, séparés par une distance verticale que nous évaluons de 150 à 200 mètres. Outre la différence d'âge qui résulte de cette position relative, ces deux colonies voisines présentent une diversité notable dans les éléments géologiques et paléontologiques qui constituent chacune d'elles, ainsi que nous le montrerons ci-après.

Avant d'aller plus loin, nous devons faire remarquer que, dans les premières indications données au sujet de la colonie la plus voisine de Gross-Kuchel, aujourd'hui nommée colonie Krejci, nous avions admis qu'elle était enclavée dans la bande des schistes très micacés *d* 4, comme celles qui sont situées au nord du bassin calcaire. C'était une erreur, provenant de ce que nous n'avions pas découvert à cette époque, dans cette région, les fossiles caractéristiques de la bande *d* 5. Depuis lors, nous nous sommes assuré que les espèces exclusivement propres à cette bande se trouvent réellement dans les couches qui séparent les deux colonies Haidinger et Krejci. De plus, la formation des schistes noirs

qu'on voit contre le village de Gross-Kuchel, un peu au-dessus de la colonie Krejci, n'appartient pas à la bande *d* 4, comme nous l'avions d'abord supposé, mais constitue, dans la bande *d* 5, une véritable enclave offrant quelques fossiles particuliers qui ne se trouvent, ni dans la bande *d* 4, ni dans la bande *d* 5.

Ainsi, les colonies Haidinger et Krejci représentent, dans la bande *d* 5, deux horizons distincts l'un de l'autre, et tous deux supérieurs à l'horizon de la colonie Zippe placée dans la bande *d*4. Ce fait nous enseigne que les colonies de Bohême ne constituent pas un phénomène unique et concentré dans un laps de temps très limité. Au contraire, les formations schisteuses *d* 4 et *d* 5, occupant dans notre étage D une hauteur au moins de 1000 mètres au-dessus de la plus ancienne des colonies, on conçoit que ce phénomène s'est reproduit à des intervalles éloignés, divisant inégalement la longue période de temps que représente le dépôt d'une si grande masse sédimentaire. C'était donc, en quelque sorte, une apparition intermittente des avant-coureurs de la faune troisième au milieu de la faune seconde. Cette intermittence est en rapport intime avec les événements géologiques qui ont donné au bassin silurien de la Bohême sa composition stratigraphique particulière, ainsi que nous le montrons dans un chapitre de notre ouvrage dont nous allons donner un résumé succinct après la description des colonies qui nous occupent.

Les colonies Haidinger et Krejci présentent des affleurements très visibles sur un coteau presque nu et moyennement incliné à 45 degrés. Ce coteau, qui s'étend du vallon de Gross-Kuchel à celui de Radotin, en longeant le chemin qui unit ces deux villages, forme un angle obtus et saillant à la distance de quelques centaines de mètres au delà de Gross-Kuchel. La colonie Krejci est placée sur le talus avant d'atteindre cet angle, tandis que la colonie Haidinger se voit à quelques centaines de mètres après l'avoir dépassé, et au delà de la bergerie appartenant à la seigneurie de Kœnigsaal.

La surface sur laquelle on voit la section de la colonie Krejci est notablement oblique par rapport à l'axe du bassin. Cependant elle n'est pas très éloignée de la section perpendiculaire à la direction des couches qui est usitée dans tous les diagrammes géologiques figurant des sections normales.

Au contraire, le second plan, qui embrasse la majeure partie du coteau sans être parallèle à l'axe du bassin, ne s'éloigne pas beaucoup de cette position. Par conséquent, il présente une section de toutes les couches suivant une direction oblique, il est

vrai, mais qui est plus rapprochée de la ligne horizontale que de la ligne verticale. On voit donc la trace de ces couches et de celles qui constituent la colonie Haidinger s'élever en écharpe sur la surface du coteau, suivant un angle d'environ 30 degrés. Ainsi, la colonie Haidinger est exposée suivant une section peu éloignée de l'horizontale et notablement différente de celle suivant laquelle on voit la colonie Krejci.

Après avoir indiqué les relations stratigraphiques entre ces deux colonies, nous allons sommairement décrire chacune d'elles.

Colonie Haidinger.

En faisant ses recherches relatives aux colonies, M. le professeur Krejci n'a pas eu la chance de rencontrer sur son chemin la colonie Haidinger. Il en ignorait donc l'existence à l'époque du 31 août, c'est-à-dire lorsque la nouvelle de sa prétendue découverte a été annoncée dans le rapport officiel cité ci-dessus. Il est encore resté dans cette ignorance jusqu'au 4 novembre 1859, jour où nous lui avons révélé cette colonie en échange de bons procédés, lorsqu'il est venu loyalement nous remettre la copie de la lettre de M. le professeur Zippe dont nous venons de donner un extrait. D'après ces circonstances, on pourrait supposer que la colonie qui nous occupe est cachée et difficile à voir. Ce serait une erreur ; car elle est située de manière à être très facilement reconnue sur les escarpements où nous venons de signaler sa position.

Si l'on se place à quelque distance du coteau, vers le sud, comme, par exemple, sur la chaussée qui conduit à Kœnigsaal, on distingue, au premier coup d'œil, la colonie Haidinger, parce qu'elle forme le trait le plus saillant sur cette grande surface nue. Presque toutes les couches exposées sur cet escarpement sont minces, et leur épaisseur ne dépasse guère 10 à 15 centimètres. Ce sont des schistes mous alternant avec des lits de quartzites. Les uns et les autres se décomposent aisément, de manière à former une superficie à peu près rase. Par contraste, la couche principale de la colonie Haidinger, et qui forme sa base, consiste en une nappe de trapp de nature résistante, et dont l'épaisseur s'élève graduellement jusqu'à 8 mètres. Cette masse de trapp, formant saillie au-dessus du sol, peut donc être aperçue de très loin, et montre sa forme lenticulaire allongée sur une étendue d'environ 500 mètres.

Lorsqu'on va de Gross-Kuchel vers Radotin, on arrive d'abord à la bergerie, et bientôt après à un puits placé le long du chemin,

Au droit de ce puits aboutit un ravin assez profond qui sillonne le coteau. Si l'on s'élève sur le fond de ce ravin, lorsqu'on parvient sur la direction de la colonie Haidinger, on est étonné de ne trouver aucune trace de la nappe de trapp qu'on a vue de loin. Les flancs du ravin ne montrent que l'alternance régulière des lits minces des quartzites et des schistes gris jaunâtre de la bande *d*5. On peut donc considérer ce ravin comme formant la limite extérieure de la colonie vers l'est.

En quittant le ravin pour se diriger en droite ligne vers les trapps, on reconnaît que leur épaisseur, qui d'abord dépasse à peine quelques centimètres, s'accroît graduellement, de manière à atteindre 8 mètres. Elle décroît ensuite de la même manière, si l'on continue à poursuivre, en montant vers l'ouest, la direction générale des couches.

Revenant à l'origine de cette nappe trappéenne, on remarque au-dessus d'elle, à quelque distance du point de départ, l'apparition d'une couche de schistes à Graptolites d'abord très mince. Elle s'épaissit peu à peu, à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, et elle atteint sa puissance maximum de $2^m,50$ au même point où nous venons de signaler le maximum des trapps. Plus loin, dans la même direction, ces schistes se réduisent successivement, et finissent par disparaître à la distance environ de 200 mètres avant l'extrémité occidentale des trapps.

Les trapps et les schistes à Graptolites constituent les deux éléments essentiels de la colonie ; mais il est convenable de remarquer qu'ils ne sont pas seuls. Ils sont accompagnés par un autre élément non moins important au point de vue stratigraphique, et l'on pourrait dire aussi au point de vue chronologique. Cet élément consiste en une série de couches de quartzites et de schistes gris jaunâtre, identiques avec celles qui constituent la bande *d*5 au-dessus et au-dessous de la colonie. Ce qu'il faut surtout noter, c'est que cette série de schistes et de quartzites est intercalée entre les trapps et les schistes à Graptolites. Elle n'existe pas entre ces deux éléments principaux à leur extrémité orientale. Elle n'apparaît que plus loin, d'abord avec une épaisseur de quelques centimètres, et puis elle s'accroît graduellement par l'introduction de nouvelles couches. Leur ensemble offre une épaisseur maximum de 2 mètres au point déjà indiqué pour le maximum des deux autres roches. A partir de ce point, ces couches de schistes et de quartzites s'étendent vers l'ouest, en continuant à s'interposer entre les trapps et les schistes à Graptolites. Dans la région où ceux-ci disparaissent, elles se voient régulièrement prolongées et

intercalées parmi les autres couches de la bande *d* 5, formant ensemble une masse sédimentaire homogène, sans aucune trace de trouble durant le dépôt ni de dislocation postérieure à cette époque.

Avant d'aller plus loin, nous ferons observer que l'introduction des schistes et des quartzites de la bande *d* 5 entre les trapps et les schistes à Graptolites de la colonie indique une succession relativement paisible de sédiments sur une surface qui, au lieu d'être immuable, s'enfonçait dans sa partie occidentale plus rapidement que vers son extrémité orientale, ou bien qui se relevait lentement vers l'est, en s'abaissant vers l'ouest. En effet, les couches qui représentent la bande *d*5 acquièrent plus d'épaisseur vers l'ouest et se prolongent indéfiniment dans cette direction, tandis que, dans la direction de l'est, chacune d'elles se termine en biseau dont nous observons la naissance, ainsi qu'il vient d'être dit.

D'après ces documents, la colonie Haidinger, dans son ensemble, se présente sous la forme d'une lentille dont la longueur visible est d'environ 500 mètres, étendue de la nappe des trapps. L'épaisseur maximum de cette lentille est d'environ $12^m,50$, ainsi que le montre le détail des couches que nous rangeons suivant leur ordre naturel de superposition :

4. Schistes à Graptolites.	$2^m,50$
3. Schistes gris jaunâtre et quartzites alternant en lits minces.	$1^m,50$
2. Quartzites en lits plus épais. . . .	$0^m,50$
1. Trapps pseudo-stratifiés.	$8^m,00$
Total. . .	$12^m,50$

Cette section, prise au point de l'épaisseur maximum, est d'autant plus facile à mesurer que la colonie se trouve traversée en cet endroit par un ravin assez profond, sur les parois duquel on voit très distinctement toutes les couches plongeant régulièrement, sous un angle d'environ 45 degrés, vers l'intérieur du coteau. En étudiant attentivement ce ravin et tous les autres qui sillonnent ces escarpements, il nous a été impossible d'y découvrir la moindre trace d'une perturbation quelconque dans la régularité de la stratification.

Avant de quitter ce sujet, nous ferons observer qu'au droit de la section que nous venons de donner la colonie occupe à peu près une position moyenne sur la hauteur du coteau que nous évaluons à 100 mètres. La masse qui se trouve au-dessous de la

colonie est composée de couches minces de schistes et de quartzites alternant d'une manière à peu près égale. Au contraire, dans la moitié superposée à la colonie, les schistes prédominent notablement sur les quartzites.

Nous croyons inutile de donner ici la description détaillée des roches; nous devons seulement constater un fait important relativement aux schistes à Graptolites : c'est que, jusqu'à ce jour, nous n'avons découvert dans leur masse ni sphéroïdes ni couches de calcaire. Cette circonstance, qui caractérise la colonie Haidinger, doit avoir exercé une notable influence sur la nature et la composition de sa faune. En effet, cette faune se réduit à des Graptolites en général mal conservés. Nous avons pu cependant reconnaître les huit espèces énumérées dans le tableau suivant. On doit remarquer, du reste, que le nombre des empreintes est extrêmement considérable, et que, n'ayant employé que nos mains, nous n'avons pu qu'effleurer la surface de ce dépôt. Il est probable qu'en fouillant plus profondément on obtiendrait des fossiles plus distincts.

Fossiles de la colonie Haidinger.

1. *Diplograpsus palmeus*, Barr.	5. *Graptolitus spiralis*, Geinitz.
2. *Rastrites peregrinus*, Barr.	6. — *colonus*, Barr.
3. *Graptolitus Becki*, Barr.	7. — *bohemicus*, Barr.
4. — *Nilssoni*, Barr.	8. — *Proteus*, Barr.

Toutes ces formes ont été décrites dans notre Mémoire sur les *Graptolites de Bohême* en 1850, et ont été signalées en diverses localités sur la zone la plus basse de notre calcaire inférieur E.

Colonie Krejci.

La surface sur laquelle apparaît la colonie Krejci est celle d'un coteau incliné suivant un angle d'environ 45 degrés. L'ensemble de cet escarpement montre la succession non interrompue des couches de la bande *d* 5, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus. La colonie se fait remarquer au milieu de cette série par l'aspect particulier des couches dont elle est composée, et qui contrastent par leurs apparences avec celles de la formation où elles sont enclavées. Une déviation sensible, mais graduelle, dans l'inclinaison des strates de tout ce coteau, indique un mouvement du sol durant leur dépôt, ou une irrégularité dans leur soulèvement.

Si l'on se place à quelque distance du coteau pour mieux embrasser sa surface, on reconnaît que la section oblique suivant laquelle se présente la colonie est partiellement cachée en deux portions de sa superficie. En effet, au bas du talus, vers la gauche, elle est en partie recouverte par des débris provenant, soit de la décomposition naturelle des roches, soit des déblais encore plus considérables d'une carrière qui a été exploitée immédiatement au-dessus. Ainsi, vers le bas du coteau, la colonie ne se voit bien que dans sa moitié située vers la droite et dans sa partie centrale, c'est-à-dire dans ses couches les plus élevées suivant l'ordre de superposition ; car les strates sont inclinées de la gauche vers la droite par rapport à l'observateur.

Au contraire, vers le sommet du coteau, la carrière dont nous venons de parler nous permet de voir parfaitement la colonie dans ses couches les plus basses suivant l'ordre stratigraphique, tandis que nous trouvons la portion centrale occupée par un ravin dont le fond et les parois sont couverts par du gazon et des broussailles. Mais, au delà de ce ravin, la colonie montre encore ses couches supérieures sur une assez grande largeur, de sorte qu'on peut aisément suivre leur cours à partir du sommet du coteau jusqu'en bas. Le ravin, qui obstrue une fraction de la surface, n'empêche pas cependant de reconnaître la nature des couches qui constituent la partie moyenne de la colonie, parce qu'on peut les observer, soit dans les points dénudés sur les parois du ravin lui-même, soit au pied du coteau. Ainsi, un observateur attentif peut facilement atteindre tous les éléments stratigraphiques de la colonie, et déterminer leur position et leur épaisseur relative pour en figurer exactement la section idéale.

Ce travail est facilité par une heureuse circonstance, consistant en ce que la paroi gauche de la carrière est taillée de manière à nous montrer une partie de la section normale ou perpendiculaire à l'axe, où sont exposées les couches inférieures de la colonie avec leur inclinaison à 45 degrés plongeant dans le coteau. Cette carrière a été ouverte jadis pour l'exploitation de quelques bancs de quartzites plus épais que les autres, et dont on voit encore la trace, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'excavation. En prenant pour point de départ l'horizon de ces bancs épais, nous n'avons qu'à nous élever d'environ 8 mètres pour atteindre la couche la plus basse de la colonie. Cette hauteur de 8 mètres est occupée par des quartzites alternant en couches minces avec des schistes gris jaunâtre qui présentent sur ce point plus de consistance et de dureté que dans leur état ordinaire.

Voici maintenant l'indication des diverses couches qui constituent la colonie, suivant leur ordre naturel de superposition :

4. Couche supérieure de trapp, environ.	$0^m,50$
3. Schistes impurs, renfermant des lits de schistes à Graptolites, ainsi que des sphéroïdes et des couches minces de calcaire, environ. . . .	$18^m,00$
2. Trapps pseudo-stratifiés, environ	$1^m,00$
1. Schistes à Graptolites, alternant avec des couches minces de schistes gris jaunâtre, etc. .	$1^m,50$
Total approximatif. . .	$21^m,00$

La première couche de schistes à Graptolites, de 20 centimètres, qui forme la base de la colonie et qui est comprise dans le n° 1, se distingue par une couleur noire et par toutes les autres apparences de cette roche. Elle contraste avec la nuance prononcée des schistes gris jaunâtre, entre lesquels elle est intercalée, car elle est immédiatement recouverte par une couche de ces derniers, ayant à peu près la même épaisseur de 20 centimètres. Au-dessus de cette première alternance, on en voit un grand nombre d'autres, par lits de quelques centimètres, formant une surface rubanée, qui est très nette lorsqu'elle vient d'être lavée par la pluie, mais dont les nuances sont moins contrastantes lorsqu'elle est couverte par la poussière. Peut-être les couches blanchâtres, voisines des trapps, et alternant avec les couches noires, doivent-elles leur origine, du moins en partie, à des cendres ou à d'autres débris d'origine plutonique, que nous observons en diverses localités, dans le voisinage des masses trappéennes.

Les trapps des deux couches signalées reproduisent les apparences habituelles de cette roche, lorsqu'elle se présente avec une faible épaisseur, et devient par conséquent plns accessible aux agents de la décomposition.

Les schistes, que nous nommons impurs et qui forment la masse principale de la colonie Krejci, offrent un aspect particulier. Ils nous semblent résulter d'un mélange provenant de la matière des schistes gris jaunâtres, combinée avec celle des schistes à Graptolites. Cette origine expliquerait à la fois leur grande fissilité et leur couleur intermédiaire entre les nuances des deux substances mêlées. Leur consistance est très inférieure à celle des schistes à Graptolites, même désagrégés par les intempéries. Cette circonstance explique la formation du ravin, sur la surface de la colonie.

Dans l'intérieur de cette masse, nous trouvons des couche

minces de schiste noir, avec des impressions très distinctes de Graptolites, que nous ne distinguons pas, d'une manière certaine, sur les feuillets des schistes impurs proprement dits. D'autres lits de quelques centimètres d'épaisseur, également intercalés dans cette masse, sont composés de calcaire, tantôt pur et noir, tantôt terreux, mais offrant fréquemment des empreintes très distinctes de Graptolites, avec divers autres fossiles.

Enfin, les schistes impurs renferment des sphéroïdes calcaires, irrégulièrement disséminés entre leurs couches. Ces sphéroïdes sont ordinairement un peu aplatis, et leur plus grande section est constamment dirigée suivant les surfaces de dépôt des schistes. Cette circonstance démontre leur gisement naturel et régulier. Leur grand diamètre dépasse quelquefois 60 centimètres. Leur substance se compose de calcaire noir, coloré par le carbone, comme les schistes à Graptolites, mais on y rencontre souvent du sulfure de fer, surtout dans les plus petits, dont la grosseur n'atteint pas celle du poing. Les plus volumineux sont généralement pauvres en fossiles, dont ils renferment cependant toujours quelques fragments. C'est dans des sphéroïdes de taille moyenne que nous avons recueilli presque toutes les espèces de cette colonie, surtout en 1841, époque où nous l'avons découverte. On conçoit qu'alors nous avons trouvé accumulés au pied du coteau tous les sphéroïdes qui s'étaient détachés par suite de l'érosion des schistes, pendant longues années. Aujourd'hui, il ne reste en place que les plus gros, dont nous avons encore compté récemment au moins une douzaine, à moitié enfoncés dans les détritus des schistes entraînés par les eaux pluviales. Les sphéroïdes de cette colonie sont très semblables à ceux qu'on trouve fréquemment dans les schistes à Graptolites, à la base de notre étage calcaire inférieur E.

Fossiles de la colonie Krejci.

Nous indiquons dans le tableau suivant les espèces trouvées jusqu'à ce jour dans cette colonie, en rappelant qu'elles ont toutes été recueillies de notre propre main :

TRILOBITES.

1. *Phacops Glockeri*, Barr.

CÉPHALOPODES.

2. *Orthoc. acuarium?*, Münst.
3. — *alticola*, Barr.
4. — *amœnum*, Barr.
5. *Orthoc. caduceus*, Barr.
6. — *currens*, Barr.
7. — *dulce*, Barr.
8. — *fasciolatum*, Barr.
9. — *Gruenewaldti*, Barr.
10. — *liberum*, Barr.
11. — *lupus*, Barr.
12. — *Michelini*, Barr.

13. *Orthoc. Murchisoni*, Barr.
14. — *originale*, Barr.
15. — *penetrans*, Barr.
16. — *pleurotomum*, Barr.
17. — *Saturni*, Barr.
18. — *squamatulum*, Barr.
19. — *styloideum*, Barr.
20. — *subannulare?*, Münst.
21. — *teres*, Barr.
22. — *timidum*, Barr.
23. — *truncatum*, Barr.
24. *Cyrtoc. plebeium*, Barr.

PTÉROPODES.

25. *Pugiunc. simplex*, Barr.

ACÉPHALES.

26. *Cardiola interrupta*, Sow.
27. *Cardiola fibrosa*, Sow.
28. — *gibbosa*, Barr.
29. *Cypricardia migrans*, Barr.
30. Cardiacé, sp. à nommer.
31. — , sp. à nommer.
32. — , sp. à nommer.

BRACHIOPODES.

33. *Leptæna patricia*, Barr.
34. *Tereb. reticularis*, Linn., sp.
35. — *obolina*, Barr.

BRYOZOAIRES.

36. *Diplograpsus palmeus*, Barr.
37. *Grapt. colonus*, Barr.
38. — *priodon?*, Bronn.
39. — *Roemeri*, Barr.
40. — *Bohemicus*, Barr.

Toutes les espèces que nous venons d'énumérer reparaissent dans notre étage calcaire inférieur E. A cette occasion, nous ferons remarquer que quelques-unes d'entre elles, que nous avions supposées pendant plus de quinze ans exclusivement propres à cette colonie, se sont retrouvées peu à peu dans l'étage que nous venons de nommer. Nous citerons comme exemple une forme très remarquable que nous nommons *Orth. Saturni*. Nous en avons recueilli le premier spécimen, précisément dans le premier sphéroïde que nous avons brisé en 1841 dans la colonie Krejci. Ce morceau est resté unique dans notre collection, jusqu'en 1857, époque où nous en avons découvert quelques autres, à la fois dans diverses localités, sur l'horizon de notre étage E.

Parmi les 40 espèces énumérées ci-dessus, 34 sont propres à la colonie Krejci, tandis que 6 se retrouvent dans les deux autres colonies comparées, Zippe et Haidinger. Ce sont les suivantes :

1. *Phac. Glockeri*. . . . Col. Zippe.
2. *Ter. reticularis*. . . . Col. Zippe.
3. *Diplogr. palmeus*. . . Col. Haidinger.
4. *Grapt. colonus*. . . . Col. id.
5. — *Roemeri*. . . . . Col. id.
6. — *bohemicus*. . . . Col. id.

Nous faisons abstraction, en ce moment, des colonies non décrites, avec lesquelles la colonie Krejci présente plusieurs espèces communes, principalement parmi les Céphalopodes.

Parallèle entre les trois colonies Zippe, Haidinger et Krejci.

L'étendue limitée de ce sommaire ne nous permet pas de donner beaucoup de détails sur l'objet du chapitre, dont nous venons de citer le titre, et dans lequel nous faisons ressortir aussi bien les analogies que les contrastes qui existent entre ces trois colonies, sous le rapport de leur composition stratigraphique, pétrographique et paléontologique.

A. Sous le rapport stratigraphique, nous rappelons que ces trois colonies sont distribuées sur les bords opposés du bassin calcaire, dans deux formations différentes, *d*4 - *d*5, et sur trois horizons distincts.

B. Sous le rapport pétrographique, les trois colonies considérées diffèrent totalement l'une de l'autre, puisque la colonie Zippe ne consiste qu'en une seule couche de calcaire, tandis que cette roche manque totalement dans la colonie Haidinger, et ne se retrouve que sous des apparences très différentes, dans la colonie Krejci.

En outre, les colonies Haidinger et Krejci, relativement très voisines l'une de l'autre, sont cependant fortement différenciées, par l'ordre de superposition, la puissance et les caractères minéralogiques des roches dont elles sont composées, bien que nous soyons obligé d'indiquer celles-ci par de semblables dénominations. Ainsi, les schistes à Graptolites de la colonie Haidinger se distinguent aisément de ceux de la colonie Krejci. Il en est de même des trapps, si l'on compare des échantillons pris dans les deux colonies. Le contraste est encore plus évident, si l'on met en parallèle la grande masse des schistes impurs de la colonie Krejci avec les quartzites et les schistes gris jaunâtres intercalés dans la colonie Haidinger. Il suffit, d'ailleurs, de comparer les deux sections que nous avons données ci-dessus, pour bien concevoir les causes de la diversité que nous ne pouvons qu'indiquer en ce moment.

Enfin, les chiffres qui expriment la puissance de chacune des trois colonies qui nous occupent ne sont pas moins contrastants :

Col. Zippe.	$0^m,25$
Col. Haidinger. . . .	$12^m,50$
Col. Krejci.	$21^m,00$

C. Sous le rapport paléontologique, les trois colonies ne présentent pas de moindres contrastes, que le lecteur pourra saisir

d'une manière générale d'après les documents compris dans le tableau suivant. Nous indiquons, dans une colonne particulière pour chacune des colonies, le nombre des espèces des diverses classes que nous y avons recueillies jusqu'à ce jour. La dernière colonne, vers la droite, montre le nombre absolu des espèces, pour chacune des classes, c'est-à-dire en faisant abstraction des formes communes aux colonies comparées, et qui ont été déjà énumérées sur la page précédente.

CLASSES.	COLONIES			NOMBRE absolu des espèces.
	Zippe.	Haidinger.	Krejci.	
(Crust.) Trilobites.	8	»	1	8
Céphalopodes.	»	»	23	23
Ptéropodes.	»	»	1	1
Gastéropodes.	»	»	»	»
Acéphales.	»	»	7	7
Brachiopodes.	9	»	3	11
(Bryoz.) Graptolites.	»	8	5	9
Échinodermes.	»	»	»	»
Zoophytes.	»	»	»	»
Nombre total des espèces par colonie.	17	8	40	59
Espèces de la faune seconde à déduire.	4	»	»	4
Espèces de la faune troisième. . .	13	8	40	55

1. En comparant les chiffres qui expriment le nombre total des espèces, dans chacune des colonies, on voit qu'ils sont loin d'être en rapport, soit direct, soit inverse, avec l'âge relatif de celles-ci. En effet, la colonie Haidinger, représentant une époque intermédiaire, est la plus pauvre de toutes, puisque ses fossiles appartiennent à une seule classe. De plus, le chiffre de ses espèces n'atteint pas la moitié de celui de la colonie Zippe et ne dépasse pas 1/5e de celui de la colonie Krejci.

2. La colonie Krejci, renfermant les représentants de six classes et de 40 espèces, est la plus riche des trois colonies comparées. Ce fait est bien en harmonie avec sa position stratigraphique qui est la plus rapprochée de notre étage E, c'est-à-dire de la faune troisième. Cependant nous n'insistons pas sur cette considération, parce que nous n'embrassons pas en ce moment toutes les colonies dans notre parallèle.

3. Les indications du tableau ci-dessus suffisent pour montrer combien peu sont homogènes les faunes des trois colonies compa-

rées. Ce fait pourrait faire concevoir que l'apparition de ces colonies a eu lieu sous des influences différentes, et peut-être aussi qu'elles proviennent de points de départ distincts.

4. La seule colonie Zippe nous offre quelques espèces de la faune seconde, mêlées avec celles de la faune troisième qui sont en plus grand nombre. Il n'est pas certain qu'un mélange analogue n'ait pas eu lieu dans les autres colonies et surtout dans leurs couches les plus basses. C'est un fait sur lequel nous ne pouvons nous prononcer d'une manière absolue.

5. Le nombre total des espèces distinctes, recueillies dans les trois colonies comparées, s'élève à 59, et si l'on en déduit les 4 Trilobites qui appartiennent à la faune seconde, il nous reste 55 formes cantonnées dans ces trois enclaves. Or, ces 55 espèces se retrouvent toutes dans notre étage calcaire inférieur E ; mais parmi elles nous en signalons trois qui s'élèvent au-dessus de cet horizon pour pénétrer dans les autres étages de notre faune troisième. Ce sont des brachiopodes, savoir : *Spirifer togatus*, *Terebratula reticularis* et *T. obovata*, qui ont fait leur première apparition dans la colonie Zippe.

6. En somme, nous ne connaissons aujourd'hui, dans les trois colonies qui nous occupent, aucune espèce qui soit exclusivement propre à l'époque qu'elles représentent et qui manque à notre faune troisième.

Chap. II. — Connexions et contrastes entre les colonies et les étages D-E.

A. *Sous les rapports stratigraphiques.*

Notre bassin silurien est distingué par un caractère particulier qui ne peut échapper à aucun observateur attentif, surtout lorsqu'il étend ses études sur l'ensemble de la surface. Ce caractère consiste en ce que des masses multipliées de roches trappéennes se sont introduites dans les roches sédimentaires sur un grand nombre de points, en considérant la superficie horizontale, et sur un grand nombre d'horizons distincts, en considérant la série verticale des formations.

L'introduction de ces roches plutoniques s'est opérée, comme partout ailleurs, sous différentes formes : tantôt en nappes déversées sur la surface des sédiments en voie de formation, et par conséquent paraissant aujourd'hui presque régulièrement intercalées entre leurs couches ; tantôt en *dykes* ou en filons qui semblent

avoir rempli des fissures plus ou moins larges à travers les roches stratifiées; tantôt enfin en amas isolés, et affectant quelquefois l'apparence dite *cheminée*. Si l'espace nous l'eût permis, nous eussions volontiers cité quelques exemples de ces divers modes d'introduction des trapps dans notre terrain. Le lecteur les trouvera indiqués dans l'ouvrage dont nous offrons le sommaire.

En ce moment, nous devons nous borner à faire remarquer quelques faits principaux qui sont en relation avec nos études actuelles.

1. Toutes les apparitions de trapps dans notre bassin sont concentrées dans la surface et la hauteur de notre division inférieure, c'est-à-dire de nos quatre étages A, B, C, D, à l'exception de la dernière masse, généralement composée de plusieurs nappes alternant avec des schistes à Graptolites, et constituant la base de notre division supérieure ou de notre étage calcaire inférieur E. Ainsi, au-dessus de cet horizon, les étages F, G, H de notre division supérieure se montrent complétement exempts de toute roche trappéenne comme de toute autre roche plutonique quelconque, abstraction faite d'une introduction relativement très récente de basalte.

2. En portant notre attention sur l'étage D qui renferme notre faune seconde, nous remarquons que les apparitions des trapps y sont plus multipliées, surtout dans sa partie la plus élevée, c'est-à-dire la plus rapprochée de la limite de notre division supérieure. Dans diverses localités, nous observons plusieurs nappes de trapps superposées et intercalées en stratification concordante dans la hauteur de la bande *d* 5. Nous citerons comme exemple les coteaux qui s'étendent le long de la rivière de Béraun, en amont des rochers de Kozel, près de la ville de Béraun. Dans un espace de quelques centaines de mètres, on peut y reconnaître quatre ou cinq récurrences des trapps. Certaines de ces nappes trappéennes renferment même des sphéroïdes rangés en séries subrégulières, présentant l'inclinaison et la direction générale des couches dans cette localité. Mais ces sphéroïdes ne nous ont jamais offert aucune trace de fossiles, et leur apparence minéralogique diffère aussi de celle des autres sphéroïdes renfermés soit dans nos colonies, soit dans les roches formant la base de notre étage E.

3. En voyant la fréquente répétition de ces enclaves de trapps, on est porté à concevoir une intermittence pseudo-régulière dans les phénomènes plutoniques auxquels elles doivent leur origine. Cette idée est confirmée par la disposition géographique que présentent les masses trappéennes. En effet, elles forment, dans leur

ensemble, des lignes à peu près concentriques aux contours du bassin calcaire, c'est-à-dire aux bords de la masse centrale des trapps sur laquelle repose notre division supérieure. Le croquis que nous avons publié dans le *Bulletin*, 1851, t. VIII, p. 150, et dans le vol. Ier de notre ouvrage sur la Bohême, 1852, indique la forme elliptique allongée de ces contours. Les longs côtés de cette ellipse figurant une ligne d'une faible courbure, les affleurements des nappes de trapps rangées sur chacun de ces côtés, même sur des horizons différents, ont l'air d'être à peu près en ligne droite dans leur projection horizontale.

4. Si nous considérons maintenant que la plupart de nos colonies sont accompagnées de nappes de trapps analogues à celles que nous avons signalées ci-dessus dans les colonies Haidinger et Krejci, nous concevons aisément la connexion naturelle qui les lie intimement à la constitution stratigraphique de notre étage D. En effet, si nous faisons abstraction, pour un instant, des fossiles cantonnés dans ces enclaves, rien ne pourrait les faire distinguer des autres masses de trapps intercalées dans la hauteur des formations sédimentaires qui renferment notre faune seconde. Ainsi, les colonies, considérées sous les rapports stratigraphiques, ne représentent que des cas particuliers de certains phénomènes qui se sont répétés un grand nombre de fois durant le dépôt de notre étage D.

Lorsque nous exposerons nos études géologiques, nous espérons démontrer qu'il a existé un antagonisme longtemps prolongé dans le bassin silurien de la Bohême, entre les causes de stabilité qui protégeaient la faune seconde et les causes de perturbation qui tendaient à la détruire et à introduire à sa place la faune troisième. Nous pensons que ce fait sera suffisamment établi par les alternances remarquables que nous avons à signaler et par les observations stratigraphiques détaillées dont nous n'avons pu donner ici qu'une simple indication.

B. *Sous les rapports paléontologiques.*

Considérons maintenant les contrastes et les analogies entre la faune des colonies et celle des étages D-E.

Il est presque inutile de rappeler que, parmi toutes nos colonies, une seule, la colonie Zippe, renferme quelques espèces caractéristiques de notre faune seconde ou de l'étage D, tandis que tous les autres fossiles cantonnés ne se retrouvent que dans notre faune troisième, étage E. On ne saurait donc attendre un plus

grand contraste paléontologique entre les enclaves renfermées dans l'étage D et la masse des sédiments qui les enveloppent

Malgré ce contraste général, nous avons à signaler entre notre faune seconde et la faune des colonies quelques analogies remarquables, et qui paraissent être un signe de leur contemporanéité.

1. Les céphalopodes sont relativement rares dans notre étage D, puisqu'ils n'y sont représentés que par environ 20 espèces. Or, toutes ces espèces ont invariablement une forme droite, et nous n'avons jamais découvert parmi elles aucune forme courbe quelconque, telle que *Cyrtoceras*, *Lituites*, etc.

Au contraire, dans certaines colonies, les céphalopodes constituent la majeure partie des fossiles, puisque nous en trouvons jusqu'à 23 espèces dans la colonie Krejci ; mais toutes ces formes sont aussi droites, à l'exception d'une seule qui est un *Cyrtoceras*. Cette espèce courbe n'est représentée que par un seul spécimen, trouvé en notre présence par M. le conseiller Hawle qui a eu la bonté de nous en faire présent. C'était en septembre 1850, le jour où nous avons montré cette colonie à MM. de Morlot et Krejci.

L'absence ou l'extrême rareté de la forme courbe parmi les céphalopodes est donc un caractère commun à notre faune seconde et à la faune de nos colonies; mais, pour faire bien comprendre la valeur de ce caractère, nous sommes obligé de constater que les céphalopodes courbes, enroulés ou même turriculés, se trouvent en très grand nombre dans notre faune troisième. Ainsi, dans la première phase de cette faune renfermée dans notre étage E, nous comptons environ 400 espèces de céphalopodes, parmi lesquelles les formes droites ne figurent guère que pour la moitié. Les formes courbes des *Cyrtoceras*, *Lituites*, etc., formant l'autre moitié, sont communes, même dans les sphéroïdes calcaires enclavés dans les schistes à Graptolites et les trapps, sur l'horizon plus bas de cet étage, comme à Butowitz et autres localités. D'après ce fait, nous devons donc concevoir que la faune troisième a éprouvé un notable développement, sous le rapport de la variété de ses formes, durant l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre l'immigration des colonies dans l'étage D et l'invasion générale du bassin de la Bohême durant le dépôt de notre étage E.

Remarquons, en passant, que les formes courbes des céphalopodes, qui manquent si complétement à la faune seconde de Bohême, ne sont pas rares dans la faune contemporaine de la Scandinavie, de l'Angleterre et de l'Amérique septentrionale, c'est-à-dire de toutes les contrées situées sur la zone silurienne du nord. C'est là justement un des signes du privilége d'antériorité que

nous avons signalée pour cette zone comparée à la zone centrale d'Europe.

2. Une autre analogie du même genre, entre notre faune seconde et la faune des colonies, nous est fournie par d'autres céphalopodes qui sont remarquables par leur ouverture *contractée à deux orifices*. C'est l'expression dont nous nous servons pour distinguer ces formes de celles dont l'ouverture est simplement resserrée, en conservant une configuration semblable à la section transverse. L'ouverture contractée à deux orifices caractérise surtout les *Phragmoceras* et les *Gomphoceras*.

Or, dans toute la hauteur de notre étage D, nous n'avons découvert qu'un seul spécimen représentant l'ouverture contractée à deux orifices : c'est un *Gomphoceras* recueilli dans la bande *d* 5, c'est-à-dire dans la formation qui couronne cet étage. Dans les colonies, aucune forme semblable n'a été rencontrée jusqu'à ce jour. Ce fait d'absence totale ou d'extrême rareté des céphalopodes de cette catégorie constitue donc une nouvelle similitude entre les faunes que nous comparons. Au contraire, notre étage E nous fournit un très grand nombre d'espèces dont l'ouverture est contractée, et notamment dans les sphéroïdes que nous venons de mentionner à sa base, c'est-à-dire au milieu des schistes à Graptolites et des trapps.

3. Les céphalopodes nous présentent encore un sujet de contraste en ce que, parmi les formes droites, relativement très nombreuses, que nous avons observées, par exemple dans la colonie Krejci, nous ne trouvons pas cependant certaines des espèces les plus communes et les plus caractéristiques de notre étage calcaire inférieur E, comme *Orthoceras bohemicum*, *O. truncatum*, *O. socium*, *O. araneosum*, etc. Ainsi, nous sommes également porté à croire par cette observation que la faune troisième, à l'époque du départ des colonies pour la Bohême, n'était pas encore pourvue de certaines formes qui devaient constituer plus tard des caractères prédominants de sa première phase dans notre bassin.

4. Cette remarque est confirmée, si nous jetons un coup d'œil sur les espèces les plus communes de toutes les autres classes. En effet, nous ne trouvons aucune trace dans nos colonies, ni de *Phacops fecundus* qui a pullulé dans tous les étages et toutes les localités de notre faune troisième, ni d'*Acidaspis Prevosti* qui se rencontre partout sur la surface de notre étage E, ni de *Spirifer trapezoidalis*, ni de *Terebratula navicula*, ni de *T. linguata*, ni de beaucoup d'autres espèces qui semblent avoir été répandues sur toute la superficie de cet horizon.

5. La distribution des gastéropodes mérite aussi notre attention. Dans notre faune seconde, cette classe n'est représentée que par un petit nombre d'espèces des genres les plus répandus à cette époque, tels que *Bellerophon*, *Pleurotomaria*, etc. Or, dans les trois colonies décrites, nous n'avons découvert aucune trace quelconque de gastéropodes, de sorte que nous pourrions croire que ces univalves manquaient totalement dans ces cantonnements, si nous n'en eussions recueilli deux formes dans une autre colonie non décrite. Ainsi, ce n'est point une absence complète de cette classe que nous devons admettre dans les colonies, mais une grande rareté des espèces comme des individus. Par contraste, notre faune troisième est extrêmement riche en gastéropodes ; car cette classe rivalise presque avec celle des céphalopodes par le chiffre de ses espèces qui atteindra peut-être 450 à 500. Dans ce nombre, les formes propres à l'étage E figurent pour la plus grande moitié. Ces formes se présentent assez fréquemment dans les sphéroïdes au milieu des schistes à Graptolites. La famille des *Capulus*, prédominante dans notre étage E, se fait remarquer par l'extrême fécondité de certaines de ses espèces dont aucune n'est cependant représentée dans nos colonies. Ainsi, il paraîtrait que le développement général des gastéropodes n'avait pas encore eu lieu à l'époque de l'immigration des colonies en Bohême.

6. Nous sommes conduit à une conclusion semblable, si nous considérons soit la famille des Encrines, soit celle des polypiers. Dans notre faune seconde, qui est assez riche en Cystidées, les Encrines proprement dites sont à peine représentées. De même, les trois colonies décrites ne nous ont fourni aucune trace de ces remarquables fossiles dont nous avons cependant reconnu des fragments très rares dans une autre colonie. Ainsi, le fait de la grande rareté est commun à ces deux faunes. Au contraire, les Encrines pullulaient dans notre faune troisième, et certaines couches ne sont composées que de leurs débris. Même à la base de notre étage E, les sphéroïdes et les strates calcaires, disséminés dans les schistes à Graptolites, nous en présentent des fragments nombreux et les mieux conservés de tous ceux que nous avons observés dans notre bassin, comme à Dworetz, Karlstein, etc.

7. La famille des polypiers ne constitue qu'une partie extrêmement minime de notre faune seconde, soit par ses genres, soit par ses espèces. Elle n'est nullement représentée dans les trois colonies qui nous occupent, et celles qui nous restent à décrire ne nous ont fourni jusqu'à ce jour qu'un seul spécimen d'un *Calamopora*. Il y a donc encore similitude dans cette pénurie de zoo-

phytes. La faune troisième, au contraire, renferme un nombre considérable de formes de cette famille, et nous ferons remarquer que la plupart d'entre elles caractérisent sa première phase, c'est-à-dire notre étage calcaire inférieur E.

En résumé, la considération des principales classes de fossiles nous amène également à reconnaître que la faune des colonies se distingue par l'absence ou la rareté des mêmes formes qui manquent ou qui sont rares dans notre faune seconde, tandis qu'elles se présentent avec un grand développement relatif dans notre faune troisième. Ce fait nous semble pouvoir être interprété comme un indice de contemporanéité entre les colonies et la faune seconde au milieu de laquelle nous les voyons cantonnées.

Chap. III. — Rapports entre les faunes seconde et troisième de Bohême et d'Angleterre au point de vue des colonies.

Afin de faire mieux concevoir le phénomène des colonies, il est nécessaire d'établir un parallèle entre les faunes seconde et troisième de Bohême et les faunes correspondantes des autres contrées siluriennes. Malheureusement, tous les éléments désirables pour cette comparaison ne sont pas encore publiés, et resteront peut-être encore longtemps incomplets pour plusieurs pays. En ce moment, nous ne possédons le tableau général des fossiles siluriens que pour l'Angleterre, et c'est seulement durant l'année 1859 que cet important travail a été publié dans la seconde édition de la *Siluria*. Nous avons déjà fait remarquer dans une communication précédente (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 535) que l'exactitude de ce tableau est garantie par la triple autorité de sir Roderick Murchison et de MM. Salter et Morris. Ainsi, nous pouvons employer avec toute sécurité les données importantes qu'il nous fournit, pour le parallèle que nous allons établir au point de vue de la question des colonies.

1. Comparons d'abord la richesse en espèces des faunes seconde et troisième de Bohême et d'Angleterre. Cette comparaison nous fournit un premier contraste frappant.

	FAUNE seconde.		FAUNE troisième.
Bohême.	260	—	2000
Angleterre. . . .	549	—	494

Ces chiffres rapprochés nous montrent que la faune seconde de Bohême est inférieure de plus de moitié à la faune seconde d'An-

gleterre. Cette infériorité est très étonnante, lorsqu'on voit, au contraire, que la faune troisième de Bohême présente un nombre d'espèces quatre fois plus grand que celui qui est constaté aujourd'hui dans la faune troisième d'Angleterre.

Dans notre ouvrage sur les colonies, nous montrons, par des comparaisons détaillées et en passant en revue toutes les classes de fossiles, que la faune seconde de Bohême est non seulement inférieure, sous le rapport numérique des espèces, à celles d'Angleterre, de Suède et des États-Unis, mais encore qu'elle présente des signes très apparents d'un développement relativement arriéré. Nous ne pouvons qu'indiquer ici ces considérations intéressantes tendant à indiquer l'isolement de notre bassin. Elles ne sont d'ailleurs que les éléments de l'idée plusieurs fois énoncée dans nos publications au sujet du privilége d'antériorité relative dont paraissent avoir joui certaines contrées siluriennes situées sur la zone septentrionale, par rapport à la Bohême et autres pays placés sur la zone centrale d'Europe. En ce moment, nous nous bornons à un parallèle numérique entre la Bohême et l'Angleterre.

II. Voici maintenant un second contraste, qui n'est pas moins remarquable que le premier.

Le tableau de la *Siluria* nous permet de constater qu'il existe 115 espèces, qui, après avoir apparu sur divers horizons, dans la division inférieure, c'est-à-dire dans la faune seconde d'Angleterre, se propagent dans la division supérieure, c'est-à-dire dans la faune troisième de cette contrée. Ces 115 espèces représentent toutes les classes des fossiles siluriens, à peu près suivant leurs rapports numériques ordinaires, dans les îles Britanniques.

Par contraste, en Bohême, le nombre des espèces communes à la faune seconde proprement dite, et à la faune troisième, ne dépasse pas 6. Ce chiffre exigu pourrait encore être réduit, si nous suivions dans nos déterminations les rigueurs exclusives de certains paléontologues. Ces 6 espèces ne représentent que trois classes, car une d'entre elles appartient aux céphalopodes, 2 aux ptéropodes et 3 aux brachiopodes, savoir :

	HORIZONS D'APPARITION.						
Orth. annulatum?, Sow.	*d* 5	— E					
Conul. grandis, Barr. . . .	*d* 4 —	*d* 5?	— E				
— *proteica*, Barr.	*d* 5	— E					
Leptæna comitans, Barr.	*d* 5	— E	— F	— G	— H		
Orthis honorata, Barr.	*d* 5	— E					
Lingula attenuata?, Sow. .	*d* 4 —	. . .	— E				

Arrêtons-nous un moment pour apprécier quelques circonstances relatives aux 115 espèces communes aux faunes seconde et troisième d'Angleterre, et pour fixer nos idées sur le véritable point de vue sous lequel nous devons les considérer.

A. Nous reconnaissons d'abord que la réapparition de ces espèces n'est pas limitée à l'étage de Wenlock, c'est-à-dire à la formation qui sert de base à la division supérieure et dans laquelle la faune troisième pourrait être censée faire sa première apparition après l'extinction de la faune seconde. La répartition des 115 formes en question a lieu de telle sorte que la grande majorité, c'est-à-dire 106, reparaît dans les roches de Wenlock, tandis que 9 manquent sur cet horizon et ne se reproduisent que dans l'étage de Ludlow. Mais la somme totale de celles de ces espèces qui continuent à exister sur l'horizon de Ludlow est de 51. Leur extinction graduelle ne paraît se distinguer sous aucun rapport de la disparition générale de la faune troisième, dont elles font partie.

Ainsi, la moitié environ des 115 espèces, provenant de la faune seconde, continue à subsister durant toute la période de temps qui correspond à la faune troisième. De plus, si l'on établit des proportions numériques, on reconnaît que la répartition de ces 115 formes dans la hauteur occupée par la faune troisième constitue une partie intégrante et très notable de ses éléments, durant ses deux phases de rénovation partielle, représentées par les étages locaux de Wenlock et de Ludlow.

Ces 115 espèces se comportent donc, dans la faune troisième d'Angleterre, comme celles qui appartiennent exclusivement à cette faune, sans avoir antérieurement apparu dans la faune seconde.

B. Considérons, en second lieu, que les 115 espèces en question représentent environ 74 genres, qui ont également existé dans les faunes seconde et troisième d'Angleterre. Or, parmi ces 74 types, nous en reconnaissons en ce moment 33 qui manquent totalement à la faune seconde de Bohême et qui ne font leur première apparition que dans notre faune troisième. Cette proportion de près de moitié n'est que provisoire et bien inférieure à la réalité. En effet, d'un côté, nos déterminations ne sont pas terminées, et, d'un autre côté, beaucoup d'entre les espèces anglaises n'étant ni décrites, ni figurées, nos études comparatives sont encore très incomplètes. Malgré ces circonstances défavorables, on doit être frappé de voir combien sont nombreux les genres qui pourraient être considérés comme propres à la faune troisième,

en Bohême et en Angleterre, s'ils n'avaient pas fait une première apparition dans la faune seconde de cette dernière contrée.

C. Enfin, nous constatons que parmi les 115 espèces communes aux faunes seconde et troisième d'Angleterre, il y en a au moins 30 qui apparaissent dans la faune troisième de Bohême, sans avoir existé dans notre faune seconde.

Remarquons que ces 30 espèces constituent la très grande majorité, parmi celles qui ont été reconnues identiques, dans la faune troisième des deux contrées comparées. Cette circonstance est importante, puisqu'on sait combien les liens spécifiques sont réellement rares entre les faunes contemporaines des régions siluriennes qui ne sont pas situées sur la même zone, soit du nord, soit du centre de l'Europe.

Résumant ces considérations, nous dirons : Puisque les 115 espèces qui s'élèvent de la division inférieure dans la division supérieure, en Angleterre, se comportent comme celles qui sont propres à la faune troisième de ce pays ; puisque la moitié environ des genres que ces 115 espèces représentent fait sa première apparition dans la faune troisième de Bohême ; puisque, enfin, 30 de ces formes apparaissent dans notre faune troisième sans avoir existé dans notre faune seconde, nous nous croyons en droit de considérer ces 115 espèces comme des avant-coureurs de la faune troisième dans la faune seconde d'Angleterre.

III. En nous appuyant sur les faits et considérations qui précèdent, nous pouvons maintenant essayer de résoudre cette question : D'où provient la grande différence constatée ci-dessus entre la faune seconde de Bohême et celle d'Angleterre sous le rapport de leur richesse numérique en espèces ?

D'abord il est naturel d'admettre une certaine inégalité dans le nombre des espèces de deux faunes contemporaines établies sur des parages situés à une notable distance géographique. Cette inégalité dépend des circonstances locales plus ou moins propres au développement des divers êtres dont la réunion constitue une faune.

Mais la cause majeure de la différence observée dans le cas qui nous occupe est encore plus évidente. Il résulte, en effet, de ce qui vient d'être dit, qu'elle consiste dans les 115 avant-coureurs de la faune troisième qui ont préexisté dans la faune seconde d'Angleterre, tandis que la faune seconde proprement dite de Bohême ne possède que six formes de notre faune troisième, mêlées avec celles qui lui appartiennent exclusivement.

Rappelons-nous maintenant qu'en Bohême il a existé d'autres

avant-coureurs de la faune troisième dans la faune seconde, non pas à l'état de mélange comme en Angleterre, mais dans des cantonnements isolés auxquels nous avons donné le nom de colonies.

Or, en bornant pour le moment nos considérations aux trois colonies décrites ci-dessus, nous avons constaté qu'elles nous ont fourni 55 espèces distinctes qui appartiennent à la faune troisième.

Ce chiffre est loin d'être complet, d'un côté, parce que les circonstances locales ne permettent pas d'exploiter, suivant notre méthode habituelle, les couches fossilifères de nos colonies ; d'un autre côté, parce que le désir d'avoir une parfaite sécurité en tout ce qui concerne cette question nous a empêché d'employer aucun ouvrier pour l'extraction des fossiles des colonies, et a, par conséquent, réduit notre collection à ceux que nous avons pu recueillir de notre propre main. Mais, pour donner une idée approchée du nombre des avant-coureurs de notre faune troisième, nous rappelons qu'un seul fragment de calcaire, à peine plus gros que le poing et pris au hasard dans la colonie Zippe, nous a fourni les 15 espèces énumérées ci-dessus comme représentées dans notre collection. En tenant compte de ces circonstances, on voit que les colonies de Bohême sont assez riches pour fournir un nombre d'espèces qui vraisemblablement ne serait pas inférieur à celui des 115 avant-coureurs de la faune troisième dans la faune seconde d'Angleterre.

Dans tous les cas, on conçoit qu'en ajoutant aux espèces propres à la faune seconde de Bohême toutes les formes connues ou présumées dans nos colonies, la richesse de cette faune se rapprocherait de celle de la faune seconde d'Angleterre, de manière à effacer, du moins en grande partie, la disproportion que nous avons constatée ci-dessus.

IV. Portons maintenant notre attention sur la répartition verticale des 115 avant-coureurs de la faune troisième dans les étages qui renferment la faune seconde en Angleterre ; car cette distribution doit être également très instructive pour nous dans la question qui nous occupe. Le diagramme suivant servira à mieux fixer les idées.

ANGLETERRE.		BOHÊME.	
Faune III, 494 esp.	Ludlow (51).	H	Faune III, 2000 esp.
		G	
		F	
	Wenlock (106).	E	
Faune II. 549 esp.	Llandovery (53).	d 5 colonies.	Faune II, 260 esp.
	Caradoc (55).	d 4 colonie.	
	Llandeilo (7)	d 3	
		d 2	
		d 1	
Faune I, 25 esp.	Lingula flags.	C	Faune I, 40 esp.

Il est important de remarquer la puissance des trois grands étages de la division inférieure en Angleterre. Nous l'indiquons, ainsi que le chiffre relatif à la division supérieure, d'après les documents établis par sir Roderick Murchison dans la seconde édition de sa *Siluria* (p. 194), 1859.

Faune III.	Wenlock et Ludlow. .	5 à 6000	pieds anglais.
Faune II.	Llandovery.	2 à 3000	id.
	Caradoc ou Bala. . . .	4000	id.
	Llandeilo.	14000	id.

Les chiffres placés entre parenthèses, dans les trois étages de la division inférieure, sur le diagramme ci-dessus, indiquent le nombre des avant-coureurs qui font leur première apparition dans chacune de ces trois subdivisions. Dans cette indication, nous faisons abstraction des réapparitions subséquentes de diverses

espèces dans les étages superposés de cette division, parce que cette circonstance n'a aucune importance dans la question qui nous occupe. Les chiffres placés de même entre parenthèses dans les étages de Wenlock et Ludlow montrent la répartition des mêmes espèces dans la faune troisième.

Ces données une fois établies, leur étude nous conduit aux résultats qui suivent :

1° Les avant-coureurs de la faune troisième ont à peine fourni quelques espèces à la faune seconde d'Angleterre dans toute la hauteur de l'étage de Llandeilo. Or, en prenant pour mesure la puissance verticale, faute d'un meilleur moyen d'évaluation, l'étage de Llandeilo représente au moins les deux tiers de la durée totale de la faune seconde. Nous ignorons d'ailleurs à quelle hauteur dans cette formation les sept avant-coureurs qui lui sont assignés ont fait leur première apparition. Ce détail serait peu important à cause du petit nombre de ces espèces.

Cette première considération nous amène à la conclusion évidente que la faune seconde d'Angleterre avait déjà parcouru deux tiers de sa période d'existence, avant que la faune troisième fût annoncée autrement que par quelques espèces sporadiques qu'on pourrait aussi nommer *prophétiques*, suivant la belle expression de notre maître M. le professeur Agassiz.

Ainsi, l'antériorité absolue et l'indépendance de la faune seconde, considérée comme une grande unité paléontologique, sont parfaitement assurées par le fait que nous venons d'exposer, et que nous nous réservons d'invoquer dans des considérations ultérieures.

2° Les chiffres indiquant la répartition des 115 avant-coureurs dans le diagramme ci-dessus nous montrent que leur presque totalité est distribuée en proportions presque égales dans les deux étages de Caradoc et de Llandovery, le premier en renfermant 55, et le second 53. La somme de ces chiffres étant de 108, représente $\frac{15}{16}$ du nombre total de 115. Par conséquent, $\frac{15}{16}$, c'est-à-dire l'immense majorité des avant-coureurs, n'ont apparu, dans la hauteur de la division inférieure, que dans le dernier tiers de la durée de la faune seconde.

En d'autres termes, la faune seconde avait dominé à peu près seule, dans les parages d'Angleterre, durant deux tiers de la période totale de son existence.

3° Reportons maintenant nos yeux sur la partie du diagramme qui figure la Bohême.

Dans la hauteur de notre étage D, nous distinguons, d'après les

éléments stratigraphiques et paléontologiques, cinq bandes ou zones horizontales superposées : *d* 1, *d* 2, *d* 3, *d* 4, *d* 5.

Ces cinq bandes correspondent à cinq phases de rénovation partielle de notre faune seconde. La puissance de chacune d'elles n'a pas encore été exactement évaluée ; elle varie d'ailleurs suivant les localités, comme celle des étages de la division inférieure en Angleterre, ainsi que nous l'enseigne l'éminent auteur du *Silurian system*.

Il nous serait impossible en ce moment de poser des chiffres définitifs pour représenter les rapports de ces zones, soit entre elles, soit avec la totalité de notre étage D. Cependant nous croyons rester dans des termes assez éloignés de toute erreur trop grossière, en considérant la puissance de cet étage comme pouvant être subdivisée à peu près suivant l'évaluation qui suit :

$$\text{Bandes}\left\{\begin{array}{l} d\,5 \;\ldots\ldots\; \frac{1}{5} \\ d\,4 \;\ldots\ldots\; \frac{2}{5} \\ \left.\begin{array}{l} d\,3 \\ d\,2 \\ d\,1 \end{array}\right\}\text{ensemble } \frac{2}{5} \end{array}\right\}\text{de la hauteur totale de D.}$$

En partant de ces données approximatives, nous ferons remarquer que les trois bandes inférieures *d* 1, *d* 2, *d* 3 sont exemptes, non-seulement de colonies, mais encore de toutes les espèces isolées que nous avons reconnues au nombre de six, comme représentant les avant-coureurs de notre faune troisième à l'état de mélange avec les espèces de notre faune seconde.

Sur quel horizon commencent à se montrer, soit les six formes sporadiques, soit les colonies cantonnées ?

Leur première apparition a également lieu vers la moitié de la hauteur de la bande *d* 4, c'est-à-dire vers les trois cinquièmes de la période d'existence de la faune seconde, en prenant pour mesure, comme en Angleterre, la puissance des dépôts. Ces apparitions anticipées et passagères de la faune troisième se sont ensuite répétées au moins deux fois dans la hauteur de la bande *d* 5, c'est-à-dire dans le dernier cinquième de la hauteur totale de l'étage D.

L'ensemble des colonies de Bohême occupe donc seulement deux cinquièmes de la durée de notre faune seconde, tandis qu'en Angleterre les avant-coureurs sont presque limités à un tiers de la faune correspondante. Ces deux fractions, réduites au même dénominateur, deviennent, pour la Bohême, $\frac{6}{15}$; pour l'Angleterre, $\frac{5}{15}$. Elles sont donc très rapprochées, et, dans une question

comme celle qui nous occupe, leur différence, $\frac{1}{15}$, peut être négligée.

Ainsi, les colonies correspondent, dans la faune seconde de Bohême, à des époques qui sont en parfaite harmonie avec celles que nous venons de signaler, pour les deux principales introductions des avant-coureurs de la faune troisième, au milieu de la faune seconde d'Angleterre. Mais, tandis que les apparitions anticipées de notre faune troisième se manifestaient presque uniquement dans des cantonnements isolés, l'introduction des 115 avant-coureurs ne s'opérait en Angleterre que par voie de mélange.

Malgré cette diversité dont l'étude pourra peut-être un jour nous révéler la cause, on ne peut méconnaître une admirable concordance entre les phénomènes contemporains dans les deux contrées de Bohême et d'Angleterre qui, au premier abord, semblent présenter des combinaisons extrêmes et opposées.

V. Continuant notre étude sur les 115 avant-coureurs de la faune troisième en Angleterre, nous constatons que, parmi ceux qui font leur première apparition dans l'étage de Caradoc, au nombre de 55, il y en a 24 qui disparaissent durant le dépôt de l'étage superposé, c'est à-dire de Llandovery, pour reparaître dans la faune troisième sur l'horizon de Wenlock ou de Ludlow.

Qui pourrait méconnaître, dans l'intermittence de ces 24 espèces, le phénomène des colonies de Bohême sous des apparences un peu différentes ?

Il faut remarquer que la disparition de ces formes, en Angleterre, a eu lieu durant une assez longue période de temps, puisque la puissance de l'étage de Llandovery est évaluée par sir Roderick Murchison à 2 ou 3000 pieds. Or, nous avons indiqué ci-dessus le chiffre de 1000 mètres comme représentant, d'une manière approximative, la distance verticale qui sépare la colonie la plus profonde de Bohême, c'est-à-dire la colonie Zippe, de la base de notre étage calcaire inférieur E. Voilà donc une singulière concordance entre les phénomènes que nous croyons avoir le droit de considérer comme analogues dans les deux contrées comparées. Cependant nous n'ajoutons aucune importance quelconque à la coïncidence des deux chiffres que nous venons de rapprocher ; car ils ne représentent l'un et l'autre que des évaluations approximatives. Mais leur égalité fortuite sert au moins à nous faire concevoir que la migration des espèces du Caradoc a eu lieu précisément vers l'époque où les colonies de Bohême ont été formées par des immigrations partant de parages extérieurs à notre bassin, selon notre interprétation.

Nous reproduisons dans le tableau suivant les 24 espèces intermittentes du Caradoc avec l'indication de leurs réapparitions, d'après le tableau de la *Siluria*. Nous y joignons une espèce de Llandeilo qui se distingue par une longue intermittence; mais nous croyons superflu de mentionner les espèces de Llandovery qui disparaissent dans Wenlock, pour ne reparaître que dans l'étage de Ludlow.

	FAUNE SECONDE.			FAUNE TROISIÈME.		
	Llandeilo-Rocks.	Caradoc ou Bala.	Llandovery-Rocks.	Wenlock.	Ludlow.	Passage beds.
ZOOPHYTES.						
Nebulipora papillata, M'Coy	...	*	...	...	*	
Sarcinula organum, Linn.	...	*	...	*		
Syringopora Lonsdaleana, M'Coy	...	*	...	*		
CRUSTACÉS.						
Bronteus laticauda, Wahl	...	*	...	*		
Lichas Grayi, Fletch.	...	*	...	*		
Sphærexochus mirus, Beyr.	...	*	...	*		
Staurocephalus Murchisoni, Barr.	...	*	...	*		
BRYOZOAIRES.						
Fenestrellâ assimilis, Lonsd.	...	*	...	*		
— *Milleri*, Lonsd.	...	*	...	*		
— *antiqua*, Lonsd.	...	*	...	*		
Glauconome disticha, Goldf.	...	*	...	*		
BRACHIOPODES.						
Orthis porcata, M'Coy	...	*	...	*		
Rhynchonella depressa, Sow.	...	*	...	*		
LAMELLIBRANCHES.						
Pterinea pleuroptera, Conr.	...	*	...	*	*	
— *tenuistriata*, M'Coy	...	* ?	...	*	*	
Cardiola interrupta, Sow.	...	* ?	...	*	*	
Cucullella anglica, Salt	*	...	...	...	*	
— *antiqua*, Sow.	...	* ?	...	...	*	
Mytilus unguiculatus, Salt.	...	*	...	*		
GASTÉROPODES.						
Macrocheilus elongatus, Portl.	...	*	...	...	*	
Trochonema triporcata, M'Coy	...	*	...	*		
CÉPHALOPODES.						
Orthoceras filosum, Sow.	...	*	...	*	*	
— *laqueatum*, Hall	...	*	...	*	*	
— *primævum*, Forb.	...	*	...	*	* ?	
— *tenuicinctum*, Portl.	...	*	...	*		
Totaux	1	24	...	21	10	

Si nous cherchons à expliquer l'intermittence des 24 espèces

du Caradoc, il nous semble qu'il serait peu rationnel de supposer qu'elles se sont complétement éteintes avant la fin du dépôt de cet étage, pour être rappelées à la vie sur les horizons de Wenlock et de Ludlow. Il nous paraît plus naturel de concevoir qu'elles ont émigré et ont continué à exister dans une autre contrée, durant tout le dépôt de l'étage de Llandovery.

Cette manière de voir a déjà été adoptée par un de nos maîtres les plus éminents dans la science, M. le professeur Bronn. En effet, c'est aussi par des migrations qu'il explique divers phénomènes analogues, signalés dans la série des formes jurassiques, en Angleterre. Il étend la même interprétation aux colonies de Bohême dans son admirable ouvrage couronné, en 1857, par l'Académie des sciences de Paris, mais dont nous ne pouvons encore citer que l'édition allemande (*Entwick. Gesetze der organ. Welt*, p. 294, 1858).

On pourrait imaginer, peut-être, une autre combinaison, savoir, que les mêmes 24 espèces du Caradoc, durant le dépôt de cet étage, coexistaient dans une contrée étrangère, où elles ont échappé aux causes de destruction qui ont atteint tous les individus de même nature spécifique, dans la contrée silurienne d'Angleterre.

Quelle que soit l'interprétation adoptée, si les 24 espèces en question ont existé quelque part, hors du bassin silurien considéré, pendant le dépôt de l'étage de Llandovery, ce fait nous démontre l'existence, du moins partielle, de la faune troisième dans certains parages, tandis que la faune seconde n'avait pas encore cessé d'exister en Angleterre. Cette existence partielle et anticipée de la faune troisième n'était probablement pas réduite aux 24 émigrés, ou avant-coureurs du Caradoc, puisque ceux-ci, en reparaissant en Angleterre, sur l'horizon de Wenlock ou de Ludlow, se trouvent en nombreuse compagnie composée des formes caractéristiques de la faune troisième, sans mélange des formes propres à la faune seconde.

Ces considérations nous autorisant à concevoir un centre où la faune troisième existait, avant l'extinction totale de la faune seconde en Angleterre, pourquoi ne pourrait-on pas admettre un centre semblable où se serait développée la première phase de la faune troisième de Bohême, pendant que la faune seconde dominait encore dans notre bassin ? Ce centre extérieur aurait été le point de départ de nos colonies ou des immigrations partielles et successives de la faune troisième, durant le dépôt des bandes *d* 4, *d* 5, ainsi que nous l'avons conçu dans notre interprétation de ce phénomène.

VI. Il nous reste encore un fait important à constater : c'est que, parmi les espèces de la faune seconde d'Angleterre, nous en reconnaissons 6 qui ont apparu dans les colonies de Bohême, comme dans notre faune troisième, tandis qu'elles manquent totalement dans notre faune seconde. Voici leurs noms, avec l'indication des divers horizons sur lesquels elles ont été signalées en Angleterre, d'après le tableau de la *Siluria*.

	Llandeilo.	Caradoc.	Llandovery.	Wenlock.	Ludlow.	COLONIES. DE BOHÊME.
1. *Sphærexochus mirus*	...	*	...	*	...	Zippe.
2. *Atrypa reticularis*	...	...	*	*	*	Zippe, Krejci, etc.
3. *Strophomena euglypha*	...	...	*	*	*	Zippe.
4. *Cardiola interrupta*	...	*	...	*	*	Krejci, etc.
5. *Graptolithus priodon*	...	*	*	*	*	Krejci. etc.
6. *Rastrites peregrinus*	*	...	...	...	...	Haidinger.

Sans doute le chiffre de 6 espèces est peu considérable en lui-même ; mais cependant il est très notable dans cette circonstance si on le compare, d'un côté, au nombre de 30 à 40 espèces reconnues comme identiques en Bohême et en Angleterre, et, d'un autre côté, au chiffre relativement limité des formes qui constituent nos colonies, par rapport aux 2000 espèces de notre faune troisième.

Remarquons que les 6 espèces citées, à l'exception de *Rastr. peregrinus*, se reproduisent dans la faune troisième d'Angleterre, comme dans celle de Bohême, et, par conséquent, elles jouent le même rôle d'avant-coureur dans les deux contrées comparées.

Dès qu'il est constaté que 6 espèces de la faune seconde d'Angleterre ont existé dans les colonies cantonnées au milieu de notre faune seconde sans se propager dans celle-ci, rien ne nous empêche de concevoir qu'un plus grand nombre de formes, et même que la totalité des 115 avant-coureurs de la faune troisième d'Angleterre, aurait pu exister de même dans les colonies de Bohême. Cette hypothèse est sans doute très exagérée, cependant elle ne s'étend pas hors des limites de la possibilité.

Mais si l'on conçoit comme possible que les avant-coureurs de la faune troisième d'Angleterre aient apparu en nombre quelconque, dans les cantonnements ou colonies isolées au milieu de la faune seconde de Bohême, pourquoi refuserait-on le même privilége à un nombre semblable d'espèces de notre faune troi-

sième? Evidemment, ces dernières se trouvaient plus à portée pour pénétrer en Bohême, puisque, par le fait, ce sont elles qui ont envahi les parages de cette contrée, après l'extinction totale de notre faune seconde.

Cette dernière considération nous conduit, comme toutes les précédentes, à concevoir les relations très naturelles, bien que peu apparentes au premier abord, qui lient les colonies de Bohême à divers phénomènes regardés jusqu'ici comme simples et normaux, dans la distribution verticale des faunes siluriennes de la contrée classique d'Angleterre. Ainsi, nous sommes fondé à espérer que l'apparence d'étrangeté qui semblait inhérente à notre doctrine s'effacera peu à peu, et que les savants, éclairés par les rapprochements judicieux d'un plus grand nombre de faits, ne repousseront plus les colonies comme des conceptions insolites et en opposition avec les lois supposées fondamentales et invariables de la science.

Chap. IV. — Relations entre les faunes siluriennes des diverses régions de l'Amérique septentrionale.

La doctrine des colonies admettant la coexistence partielle des faunes qui paraissent successives et très distinctes dans certaines contrées, nous allons jeter un coup d'œil sur le continent américain qui nous offre de frappants exemples de ce phénomène. Il nous semble d'autant plus convenable de rappeler aux savants de semblables faits, qu'ils ont été établis par les autorités scientifiques les plus respectables, et dont il serait même superflu de faire remarquer la parfaite indépendance.

Pour être mieux compris, nous reproduisons, dans le tableau suivant, la série verticale des étages de la contrée de New-York, renfermant les trois faunes générales qui correspondent à nos faunes primordiale, seconde et troisième. Nous maintenons les subdivisions qui nous sont indiquées par la haute autorité du professeur J. Hall dans la *Palæontology of New-York*, et par notre savant maître M. de Verneuil, dans sa *Note sur le parallélisme*, etc., sans avoir égard aux modifications récemment proposées par le docteur J.-J. Bigsby, et dont nous ne sommes pas apte à juger l'opportunité.

III. Faune troisième.	Upper pentamerus limestone. Deltyris shaly limestone. Lower pentamerus limestone. Waterlime group. Onondaga salt group. Niagara group. Clinton group. Medina sandstone. Oneida conglomerate.
II. Faune seconde.	Hudson river group. Utica slate. Trenton limestone. Black river limestone. Bird's eye limestone. Chazy limestone. Calciferous sandstone.
I. Faune primordiale.	Potsdam sandstone.

Nous devons faire remarquer que les trois faunes générales d'Amérique, entre les limites que nous venons d'indiquer, sont en parfaite harmonie avec celles de la Bohême, non-seulement sous le rapport de la composition zoologique de chacune d'elles, mais encore sous celui de leurs connexions réciproques. En effet, la faune primordiale et la faune seconde d'Amérique n'ont présenté jusqu'à ce jour aucune espèce commune, et sont, par conséquent, aussi nettement tranchées que les faunes correspondantes dans notre bassin. De même, la faune seconde et la faune troisième, considérées dans l'État de New-York d'après les travaux classiques du professeur J. Hall, n'offrent qu'un très petit nombre d'espèces identiques qui se propagent de l'une à l'autre. D'après cet éminent paléontologue, ce nombre se réduirait à six espèces déterminées et à quelques fragments indistincts, indiqués en 1852 dans le vol. II de la *Pal. of N.-York.* Il est vrai que le docteur J.-J. Bigsby a publié récemment un tableau comprenant 17 espèces passant de la division inférieure à la division supérieure à travers la période qu'il nomme *moyenne* ou *de transition* (*Quart. Journ.*, nov. 1858, p. 422). Mais l'examen attentif de ce tableau nous conduit à penser que plusieurs des formes qu'il indique devraient être soumises à un nouvel examen avant que leur présence dans les deux divisions siluriennes d'Amérique soit définitivement reconnue.

Ainsi, nous regardons les faunes seconde et troisième en Amérique comme liées entre elles par des connexions du même ordre que celles que nous avons ci-dessus exposées, comme existant entre

les faunes correspondantes de Bohême, et qui se réduisent à six espèces identiques.

I. Commençant par la faune seconde, nous considérerons d'abord les trois étages de *Trenton*, *Black-River* et *Chazy*, en comparant leurs connexions zoologiques, d'un côté dans la région typique de New-York, et de l'autre côté dans le Canada où ils ont été plus récemment étudiés par l'éminent géologue sir W. Logan dont tout le monde connaît déjà les immenses travaux, et par les savants officiers du *Geological Survey* qui remplissent une si belle tâche sous sa haute direction.

D'après M. E. Billings, paléontologue officiel du Canada, nous comprenons la subdivision de *Birdseye* dans celle de *Black-River*, afin de simplifier les termes de notre parallèle.

Dans la région de New-York, les trois étages locaux que nous venons de nommer sont très distincts, non-seulement par leur superposition stratigraphique et par leurs apparences pétrographiques, mais encore par leurs caractères paléontologiques. D'après le tableau qui résume les travaux de J. Hall en 1847 (*Pal. of N.-York*, I, p. 330), nous voyons que les espèces communes se réduisent à quelques unités, savoir : entre Black-River et Trenton, trois espèces ; entre Chazy et Trenton, aucune.

Dans le Canada, les étages du même nom présentent entre eux des connexions très différentes (*Geol. Survey of Canada : Report of progress for the year* 1857, — March 1858, p. 152). Dès 1851, sir W. Logan, assisté par les déterminations paléontologiques de M. Salter, avait annoncé à l'*Association britannique*, réunie à Ipswich, que le calcaire des Rapides de Pauquette, sur la rivière Ottawa, renfermait un mélange de fossiles qui jusqu'alors avaient été considérés comme caractéristiques, les uns du groupe de Black-River, et les autres du groupe de Trenton, dans l'Etat de New-York. Ce fait, qui eût pu passer presque inaperçu s'il avait été seul, a pris depuis lors une grande importance, par suite de l'extension que lui ont donnée les recherches de M. E. Billings. Cet habile observateur ayant fait une reconnaissance sur les bords de la rivière *Bonne-Chère* a exploré, près de la quatrième chute, une série de couches dont il estime l'épaisseur à 46 pieds, et qui consiste en calcaires et schistes riches en fossiles. La couche la plus basse est caractérisée par les fossiles propres au groupe de Black-River, savoir :

Columnaria alveolata.	*Stromatocerium rugosum.*
Ormoceras tenuifilum.	*Orthoceras multitubulatum.*

Les couches supérieures, dont la puissance est d'environ 35 pieds, reproduisent ces 4 espèces caractéristiques du Black-River, mêlées avec 16 espèces du calcaire de Trenton, 2 du groupe de Chazy, etc.

En continuant à s'élever, on rencontre dans la même localité une nouvelle série de calcaires et de schistes qui renferme le mélange des espèces signalées aux Rapides de Pauquette et au lac Saint-John. Un peu au-dessus, les bords de la rivière et les champs voisins fournissent un grand nombre d'individus de toutes les espèces qui ont été trouvées dans la formation du Black-River au Canada.

M. Billings, après avoir constaté ces faits, ajoute les réflexions suivantes que nous recommandons à l'attention du lecteur :

« Il serait très difficile de décider, par la seule preuve des fos-
» siles, si les roches de cette localité doivent être assimilées aux
» calcaires de Trenton ou à la formation de Black-River. Si nous
» leur donnons le nom de Trenton, nous devons supposer que la
» faune de Black-River, après s'être éteinte dans d'autres parages,
» prolongea son existence dans cette localité jusqu'à ce que la
» période du dépôt de Trenton fût déjà bien avancée. Mais, au
» contraire, si l'on considère ces roches comme représentant le
» Black-River, il s'ensuivra que les espèces de Trenton auraient
» apparu sur ce point avant l'époque ordinairement assignée pour
» leur apparition dans les mers siluriennes. Telles sont les seules
» interprétations qui pourraient être données, si la limite entre
» ces formations, si tranchée dans l'État de New-York, doit être
» considérée comme un bon horizon naturel de séparation, etc. »

Personne ne saurait méconnaître, dans ces observations de M. Billings, des idées entièrement analogues à celles qui nous ont guidé lorsque nous avons établi la doctrine des colonies.

M. Billings donne ensuite une liste de 75 espèces qui se trouvent dans la formation considérée comme Black-River au Canada, parce qu'elle renferme les fossiles caractéristiques du groupe qui porte ce nom dans la contrée typique de l'État de New-York. Il indique en même temps les divers groupes de New-York dans lesquels on retrouve ces espèces, et il résume ce tableau en disant :

« La liste qui précède renferme 16 espèces qui se trouvent dans
» les calcaires de Black-River, 44 dans le groupe de Trenton,
» 4 dans celui de Chazy, et une dans celui du grès calcifère de
» l'État de New-York. »

Ces chiffres montrent en quelles larges proportions le mélange des espèces propres à divers étages de New-York a lieu dans le seul étage dit Black-River au Canada. Ils confirment donc, de la

manière la plus évidente, les chiffres précédents qui ont donné lieu aux réflexions de M. Billings que nous venons de citer.

Il est encore important de considérer les connexions spécifiques qui lient entre elles les formations de Black-River et de Trenton dans le Canada. En effet, M. Billings constate que, parmi les 75 espèces énumérées dans la liste mentionnée, 52 sont communes à ces deux groupes. Mais ce n'est pas tout; car il signale encore 30 autres espèces qui passent du Black-River au Trenton, et dont les unes sont nouvelles, tandis que les autres sont déjà connues dans l'État de New-York. Ainsi, les deux étages comparés auraient 82 espèces communes au Canada, tandis que, selon les travaux de J. Hall cités ci-dessus, ils ne présenteraient que 3 espèces identiques dans la contrée de New-York.

D'après les connexions indiquées, on pourrait craindre que les groupes de Black-River et de Trenton ne fussent plus distincts au Canada. M. Billings nous rassure contre cette crainte, en disant :

« Le mélange des formes caractéristiques des deux groupes n'a » produit jusqu'ici aucune confusion, parce que, dans tous les cas » où la transition peut être observée, les couches de Black-River » sont recouvertes par un groupe ayant au moins 300 pieds » d'épaisseur, et renfermant exclusivement des formes de Trenton. » Il est donc aisé de distinguer la partie inférieure et la partie » supérieure de l'ensemble, même si l'on regarde le Black-River » et le Trenton comme caractérisés, en général, par la même » faune. »

En d'autres termes, les phases de la faune seconde d'Amérique, représentées par les deux groupes de Black-River et de Trenton, restent encore distinctes et successives, suivant l'ordre qui leur a été assigné, malgré leur coexistence partielle observée au Canada.

II. Le passage des espèces d'un horizon à l'autre n'est pas limité aux deux formations superposées et contiguës de Black-River et de Trenton. Les observations de M. Billings nous montrent encore que certaines espèces du groupe de Chazy remontent dans le Trenton à travers le Black-River qui les sépare, mais sans intermittence, c'est-à-dire en se reproduisant dans celui-ci. Les documents relatifs à ce fait ne sont pas encore publiés ; mais une communication particulière, due à la bonté de M. Billings, nous apprend que, sur 19 espèces fournies par le groupe de Chazy au Canada, abstraction faite de 21 échinodermes qui lui sont propres, 18 reparaissent dans le groupe de Black-River, 10 dans

celui de Trenton, 3 dans celui d'Utica, et 6 dans celui de Hudson-River.

D'après ces diverses observations, il est constant que les connexions qui lient entre elles les diverses phases de la faune seconde se montrent très multipliées et très étendues, suivant le sens vertical, dans la contrée du Canada, ce qui constitue un remarquable contraste avec les distinctions tranchées que J. Hall a signalées entre les mêmes phases dans l'État de New-York.

Nous espérons que ces faits seront prochainement exposés dans tout leur ensemble, et convenablement mis en lumière par le savant paléontologue du *Geological Survey* du Canada. D'après l'énoncé incomplet que nous venons d'en présenter, ils suffisent aujourd'hui pour démontrer la coexistence, dans certaines contrées, de groupes d'espèces ou faunes partielles qui se manifestent sans mélange sur des horizons superposés et distincts dans d'autres régions plus ou moins éloignées. C'est précisément cette coexistence que nous tenons à constater au point de vue de la doctrine des colonies.

III. Jetons maintenant un coup d'œil sur la faune troisième qui nous présente des circonstances analogues, mais avec quelque diversité. Nous ne saurions mieux exposer ces circonstances qu'en empruntant un passage à la *Palæontology of New-York*. Le savant auteur de cet ouvrage, J. Hall, s'exprime ainsi dans le volume II, page 107 :

« Dans la partie occidentale de l'État de New-York, les carac-
» tères lithologiques des groupes de Clinton et de Niagara sont si
» semblables que ces subdivisions pourraient bien être unies.
» Leurs fossiles, quoique généralement distincts, sont cependant
» génériquement semblables, et plusieurs espèces passent du groupe
» inférieur au groupe supérieur. Le calcaire culminant du groupe
» de Clinton, qui forme une ligne de démarcation très marquée
» entre ces deux étages, contient, dans son extension vers l'ouest,
» plusieurs fossiles habituellement regardés comme propres au
» groupe de Niagara. Dans ce nombre, on peut citer *Caryocrinus*
» *ornatus* et *Hypanthocrinus decorus*. On ne peut donc pas nier
» qu'il existe un rapprochement graduel dans les deux groupes, en
» même temps pour leurs caractères lithologiques et paléozoïques,
» à mesure que nous les suivons vers l'ouest, sans franchir les
» limites de l'État de New-York. Plus loin, vers l'ouest, l'assimi-
» lation devient plus parfaite entre ces deux groupes, et il ne
» paraît plus y avoir entre eux aucune ligne de séparation. En
» même temps, les fossiles paraissent être mêlés ; car, dans plu-

» sieurs collections qui m'ont été envoyées du Wisconsin et autres » contrées, les fossiles qui, dans l'État de New-York, sont res- » treints dans leurs groupes respectifs, ont été recueillis dans une » même roche et attribués à un même horizon. Ce fait n'est nulle- » ment surprenant, si nous considérons le changement graduel qui » a lieu dans la partie occidentale de l'État de New-York, et qui » a été décrit dans le rapport sur le quatrième district géologique.

» D'un autre côté, lorsque nous examinons le groupe de Clinton » tel qu'il est développé au centre de l'État de New-York, il » semble impossible d'assimiler dans aucun degré ces masses dis- » cordantes et protéennes avec un groupe aussi uniforme et aussi » bien caractérisé que celui de Niagara. »

Ainsi, les deux groupes de Clinton et de Niagara, dans la division supérieure ou faune troisième d'Amérique, nous présentent un phénomène semblable à celui que nous avons constaté tout à l'heure entre les divers groupes de la division inférieure ou faune seconde.

Il est intéressant de remarquer que, dans tous les cas cités, c'est l'État de New-York, premier centre d'observation, où les divers groupes se présentent distincts et caractérisant des étages locaux bien définis. A partir de ce centre, la direction dans laquelle les groupes de la faune seconde vont en se mêlant et presque en se confondant est à peu près celle du midi au nord; au contraire, la direction suivant laquelle se manifeste le mélange des groupes de la faune troisième est celle de l'est vers l'ouest. Ainsi, il paraît que le phénomène de l'isolement ou du mélange des groupes est indépendant de la latitude comme de la longitude.

Quelles causes ont pu également influer, durant une si longue période de temps, pour produire, dans le centre de l'État de New-York, l'isolement des groupes qui tendaient à se mêler dans les autres parages vers le nord et vers l'ouest? Ce serait un problème très intéressant à résoudre, et nous espérons que la haute intelligence de nos confrères américains en saura trouver la solution.

IV. Avant de quitter le continent américain qui nous offre tant de faits nouveaux et sur une si grande échelle, nous devons signaler une singularité paléontologique observée par le professeur James Safford dans l'État de Tennessée, et qui a frappé l'attention de M. E. Billings comme la nôtre. Il s'agit encore des phases de la faune seconde.

Le professeur Safford, en décrivant une suite de dépôts qu'il nomme *Stones-River group*, y distingue deux séries de couches

superposées par les noms de *calcaire inférieur* et *calcaire supérieur de Lebanon* (*The Silur. Basin of middle Tennessee, by J. Safford, prof. Cumberl. univers. Lebanon.* — *Sillim. Amer. Journ.*, XII, 2[d] ser., p. 352).

Or, dans le calcaire inférieur, sur 56 fossiles, 24 appartiennent au groupe nommé Trenton dans l'État de New-York, tandis qu'il n'y en a que 3 du Black-River. Au contraire, dans le calcaire supérieur qui ne contient que 16 espèces, les formes du Black-River s'accroissent relativement, tandis que celles de Trenton se réduisent, car les premières sont au nombre de 5 à 6, et les autres seulement au nombre de 7. Ce fait provoque de la part de M. Billings les réflexions suivantes :

« D'après cette liste et les remarques du professeur Safford, il est » évident que le calcaire supérieur de Lebanon est plus fortement » caractérisé par la faune du Black-River que le calcaire inférieur » dans lequel prédominent principalement les espèces de Trenton. » En réalité, nous avons ici une formation de Trenton placée *au-* » *dessous* d'un autre groupe qui, dans l'État de New-York comme » dans le Canada, serait appelé Black-River, si toutefois nous » devons appliquer ce nom à toutes les roches renfermant *Colum-* » *naria alveolata* et *Stromatocerium rugosum*. »

En d'autres termes, il paraîtrait y avoir sur ce point un renversement dans l'ordre d'apparition des faunes de Black-River et de Trenton.

Cette observation de M. Billings mérite sans doute toute notre attention; mais, comme le nombre des espèces connues dans le calcaire supérieur de Lebanon se réduit à 16, parmi lesquelles plusieurs sont indiquées avec doute, il serait peut-être prématuré de reconnaître dans cette localité un véritable renversement dans l'ordre d'apparition des faunes en question. Dans tous les cas, le groupe de *Stones-River*, dans le Tennessée, nous présente un nouvel exemple de la coexistence des fossiles qui caractérisent deux groupes distincts dans l'État de New-York. A ce point de vue, le fait qui nous occupe doit être mentionné à la suite de ceux qui précèdent.

Les faits variés que nous venons de passer en revue sur le continent américain, bien qu'ils soient analogues, par leur nature, à ceux que nous avons exposés précédemment dans le parallèle entre l'Angleterre et la Bohême, n'ont pas cependant la même valeur, parce qu'ils ne constatent pas la coexistence des faunes seconde et troisième comme dans ces deux contrées, mais seulement la coexistence des diverses phases de rénovation de la faune seconde

ou de la faune troisième. Nous allons revenir sur cette considération, après avoir exposé les intermittences observées dans les faunes jurassiques.

Chap. V. — Intermittences constatées dans les faunes jurassiques d'Angleterre et dans la faune seconde silurienne de Bohême.

Le phénomène d'intermittence signalé ci-dessus pour 24 espèces de l'étage de Caradoc, c'est-à-dire de la division inférieure silurienne, disparaissant dans l'étage de Llandovery pour reparaître dans la division supérieure, n'a pu être constaté qu'à l'aide du tableau général de la distribution verticale des espèces siluriennes d'Angleterre, publié dans la dernière édition de la *Siluria* en 1859.

A. Avant cette époque, nous connaissions déjà d'autres faits analogues et relatifs aux faunes jurassiques d'Angleterre. Ils avaient été indiqués, en partie par MM. J. Morris et J. Lycett, et en partie par d'autres observateurs. Nous nous réservons de les reproduire avec les détails convenables dans notre ouvrage. Déjà, M. le professeur Bronn les a exposés dans le chapitre particulier intitulé *Colonies anachroniques*, dans son savant ouvrage couronné par l'Académie des sciences de Paris en 1857.

Pour le moment, il nous suffit de rappeler succinctement les résultats de ces observations, et nous pensons qu'il nous serait impossible de le faire d'une manière plus authentique qu'en citant le texte de l'*Histoire des progrès de la géologie* (t. VI, 1856).

Notre savant maître M. le vicomte d'Archiac, après avoir résumé toutes les études relatives aux formations jurassiques dans les îles Britanniques, consacre quelques pages, des plus intéressantes et des plus instructives de ce volume, aux généralités sur la faune de cette période. Il les termine par un tableau numérique qui permet de saisir, au premier coup d'œil, les relations les plus importantes qui relient entre elles les faunes des divers groupes et étages.

Le texte explicatif de ce tableau expose d'une manière, soit indirecte, soit directe, les intermittences sur lesquelles nous voulons appeler l'attention du lecteur. En effet, on lit les passages suivants page 152 :

« La seconde partie du tableau fait voir la répartition des espèces » qui ont été rencontrées dans deux étages à la fois, et dont le » total est de 134. Si l'on en retranche 58 *communes à la grande* » *oolithe et à l'oolithe inférieure, malgré le laps de temps qui a dû*

» *s'écouler entre elles pour le dépôt du fuller's earth qui les sépare*, » il ne reste que 76 espèces communes entre les dix autres divi- » sions combinées deux à deux. »

Ainsi, 58 espèces de l'*oolithe inférieure* disparaissent durant le dépôt du *fuller's earth* pour reparaître dans la *grande oolithe*. Ce qui rend cette intermittence plus remarquable, c'est que le *fuller's earth* ne présente que 9 espèces dont 2 seulement avaient déjà paru dans l'oolithe inférieure, mais dont aucune ne se reproduit dans la grande oolithe. Ainsi, la pauvreté du fuller's earth concourt à nous indiquer que les parages où ce dépôt avait lieu étaient relativement déserts, et ont dû être repeuplés par de nouvelles formes comme par le retour des espèces émigrées.

Plus loin nous lisons :

« Une particularité qui n'est certainement pas due à l'incerti- » tude des déterminations spécifiques ni au hasard des recherches » locales, parce que nous la verrons se reproduire plus loin, c'est » la relation du coral-rag avec la grande oolithe et l'oolithe infé- » rieure, relation établie par 6 espèces communes avec chacun de » ces étages. Une autre espèce commune avec le cornbrash donne » déjà 13 espèces qui se retrouvent à la fois au-dessus et au-des- » sous de l'Oxford-clay. »

Ainsi, nouvelle intermittence des 13 espèces qui disparaissent durant le dépôt de l'Oxford-clay.

On voit que le savant auteur va au-devant des objections qu'on pourrait faire contre ces remarquables intermittences qui embrassent une si grande étendue verticale dans la série des dépôts jurassiques. Enfin, après avoir énoncé le nombre des espèces qui se sont rencontrées dans trois étages à la fois, notre maître conclut ainsi qu'il suit :

« De sorte que les rapports, que les espèces communes à deux » étages seulement nous faisaient apercevoir entre la faune du » coral-rag et celles qui avaient précédé l'Oxford-clay et le Kel- » loway-rock, se trouvent confirmés par les espèces communes à » trois et à quatre étages, et ils démontrent la réapparition d'une » partie de la faune du groupe oolithique inférieur ou de 30 es- » pèces vers la fin de la période du groupe moyen. »

Certainement l'énoncé si simple et si clair des faits qui précèdent suffit aux géologues versés dans la connaissance des terrains jurassiques pour apprécier l'étendue des intermittences signalées. Mais, afin que tous nos lecteurs puissent également s'en rendre compte par un seul coup d'œil, nous reproduisons ici le tableau succinct des étages de cette période tel qu'il est donné dans l'ou-

vrage cité, en indiquant pour chacun d'eux le chiffre des espèces qui lui sont assignées.

	ÉTAGES.	Nombre des espèces.
1er groupe.	Portland-stone et Portland-sand.	34
	Kimmeridge clay.	48
2e groupe.	Calcareous-grit et coral-rag.	155
	Oxford-clay.	84
	Kelloway-rock.	53
3e groupe.	Cornbrash.	71
	Forest-marble et Bradford-clay.	28
	Grande oolithe et calcaires de Stonesfield.	588
	Fuller's earth.	9
	Oolithe inférieure.	356
4e groupe.	Lias.	451

En invoquant, à l'appui de la doctrine des colonies, les intermittences observées dans la période jurassique, nous devons faire remarquer, comme nous l'avons fait précédemment, au sujet des groupes de la faune seconde et de la faune troisième, dans l'Amérique septentrionale, que nous ne prétendons pas admettre une complète parité entre tous ces phénomènes. Nous ne perdons pas de vue que les colonies de Bohême établissent une connexion entre deux unités paléontologiques d'un ordre élevé, tandis que les intermittences qui viennent d'être signalées dans la série jurassique ne relient entre elles que des unités d'un ordre inférieur, au point de vue de certains géologues. Mais, malgré cette disparité que nous serions le premier à reconnaître dans la valeur des unités comparées, il reste une analogie évidente, qui suffit parfai-

tement pour le but que nous nous proposons. En effet, dès qu'il est constant que des étages ou faunes de second ordre nous présentent des groupes assez nombreux d'espèces intermittentes, la continuité des causes agissant dans la nature nous induit à penser qu'il pourrait bien exister des phénomènes semblables, destinés à relier ensemble les phases contiguës des grandes unités paléontologiques, que nous nommons faunes générales.

En nous plaçant, au contraire, au point de vue d'autres savants, nous pourrions considérer les groupes jurassiques, déterminés dans le tableau qui précède comme équivalant à ceux qui renferment nos faunes siluriennes, primordiale, seconde et troisième. Alors nous trouverions parmi les intermittences que nous venons de rappeler des faits du même ordre et de la même importance que ceux auxquels nous avons donné le nom de colonies.

B. *Intermittences dans la faune seconde de Bohême.*

Après avoir exposé les intermittences observées, soit dans les faunes siluriennes, soit dans les faunes jurassiques d'Angleterre, il est tout naturel que nous fassions connaître à cette occasion un phénomène semblable, que nous avons constaté dans la distribution verticale de notre faune seconde. Il consiste en ce que plusieurs genres et espèces qui ont fait leur première apparition à l'origine de cette faune, c'est-à-dire dans la bande *d* 1, disparaissent durant le dépôt des bandes superposées *d* 2, *d* 3, *d* 4, pour reparaître dans la bande *d* 5, qui couronne l'étage D. Nous voyons même deux genres qui, après avoir apparu dans la bande *d* 1, ne se montrent plus dans toute la hauteur de l'étage D, et ne font leur seconde apparition que dans l'étage E, c'est-à-dire dans la faune troisième. Cette intermittence est remarquable à cause de la grande distance verticale entre les horizons indiqués. Elle est au moins double de celle qui sépare les colonies de la base de l'étage E. Ce fait doit donc contribuer, encore plus que tous ceux que nous avons cités ci-dessus, à nous faire concevoir les intermittences représentées par les diverses apparitions de la première phase de notre faune troisième, d'abord dans les colonies et enfin à la base de notre étage E.

Nous indiquons dans le tableau suivant les genres et espèces que nous venons de signaler comme offrant une intermittence, à partir de la bande *d* 1. Nous y joignons quelques autres espèces dont la réapparition a lieu dans la bande *d* 4.

	FAUNE SECONDE. D					FAUNE TROISIÈME.			
	d 1	*d* 2	*d* 3	*d* 4	*d* 5	E	F	G	H
Genres { *Harpes*	*	. . .	. . .	. . .	. . .	*	*	*	
Genres { *Lichas*	*	. . .	. . .	. . .	. . .	*	*	*	
Genres { *Ogygia*	*	. . .	. . .	. . .	*				
Agnostus tardus, Barr.	*	. . .	. . .	. . .	*				
Aeglina speciosa, Barr.	*	. . .	. . .	. . .	*				
— *sulcata*, Barr.	*	. . .	. . .	. . .	*				
Cytherina prunella, Barr.	*	. . .	. . .	. . .	*				
Bactrites Sandbergeri, Barr.	*	. . .	. . .	. . .	*				
Crepidula? ovata, Barr.	*	. . .	. . .	. . .	*				
Pugiunculus striatulus, Barr.	*	. . .	. . .	*					
— *elegans*, Barr.	*	. . .	. . .	*					
Ribeiria pholadiformis, Sharpe.	*	. . .	. . .	*					

Chap. VI. — Interprétation des colonies de Bohême.

De longues années se sont déjà écoulées, depuis que nous avons hasardé une première interprétation du phénomène des colonies. Nos études depuis cette époque nous ont confirmé dans cette conception. Nous croyons même qu'elle a acquis un certain degré de plus de vraisemblance, par les rapports exposés entre les faunes seconde et troisième de Bohême et d'Angleterre, et par les autres analogies indiquées ci-dessus. Nous allons donc la reproduire comme il suit.

Nous concevons que, durant la période de temps mesurée par la faune seconde en Bohême, notre faune troisième avait commencé à exister, dans des parages plus ou moins rapprochés; non pas dans la plénitude de son développement ni même dans toute la richesse de sa première phase représentée dans notre étage E, mais avec un certain nombre de formes de diverses classes, constituant les premiers éléments de son évolution zoologique.

Entre la Bohême et ces parages inconnus, des communications accidentelles se sont ouvertes, pendant la seconde moitié de la durée de la faune seconde. Par suite de la combinaison de circonstances favorables, un certain nombre d'espèces de la faune troisième se sont introduites à diverses reprises dans notre bassin, et elles s'y sont cantonnées dans des lieux restreints sans doute les plus convenables pour leur existence. Elles y ont vécu durant un certain temps, sans se mêler en général avec les formes de la faune seconde occupant les parages voisins. Cependant le mélange a eu lieu sur quelques points et comme par exception.

Par la cessation des circonstances favorables que nous venons

de supposer, les espèces immigrées, c'est-à-dire les colonies, se trouvant dépourvues des éléments indispensables à leur vie, se sont rapidement éteintes. Les cantonnements limités qu'elles avaient occupés ont été recouverts par les sédiments ordinaires de l'étage D, et la faune seconde a repris sa domination exclusive sur leur superficie comme avant l'immigration.

Ces phénomènes se seraient répétés au moins trois fois, puisque nous trouvons des colonies sur trois horizons différents : le plus bas vers le milieu de la hauteur de la bande *d* 4, et les deux autres étagés dans la bande *d* 5.

Plus tard, la faune seconde s'est totalement éteinte, vraisemblablement par suite du grand déversement de trapps qui a recouvert toute la superficie de notre bassin. Alors, des circonstances, analogues à celles qui avaient favorisé l'immigration des colonies, s'étant reproduites sur une plus grande échelle, la faune troisième a envahi les parages déserts de la Bohême dont elle a successivement repeuplé toute la surface. Il est important de remarquer qu'à l'époque de cette invasion générale, c'est-à-dire à la base de l'étage E, la faune troisième, quoique enrichie de beaucoup d'espèces inconnues dans les colonies, était encore loin du maximum de sa première phase successivement développée dans la hauteur de cet étage avec une richesse et une variété de formes, qui sont jusqu'ici sans égales dans le monde silurien. Pour en donner une idée, nous constaterons en passant que, parmi les 2000 espèces de notre faune troisième, plus de 1200 ont apparu et se sont éteintes dans l'étage E.

Voilà comment nous concevons la suite des événements relatifs aux colonies de Bohême.

On voit que toute notre interprétation repose sur deux conceptions principales, savoir :

1° La coexistence partielle de deux faunes qui, considérées dans leur ensemble, sont cependant successives.

2° Les migrations répétées de certaines espèces pour expliquer leurs apparitions intermittentes dans une même contrée.

Il nous semble que ces deux conceptions sont suffisamment justifiées par les faits exposés ci-dessus et qui ont été constatés non-seulement dans diverses régions des deux continents, mais encore dans la période secondaire aussi bien que dans la période paléozoïque.

Il nous resterait à formuler d'une manière plausible les causes ou circonstances qui ont donné lieu aux phénomènes dont nous venons d'esquisser l'histoire idéale.

Nous ne pouvons espérer de découvrir les traces de ces causes que dans les produits matériels qu'elles ont laissés dans notre terrain, chaque fois qu'elles ont agi. Or, en comparant les colonies avec la base de l'étage E, nous remarquons sur ces divers horizons l'apparition semblable de schistes à Graptolites, de calcaires plus ou moins abondants et de nappes trappéennes.

Les schistes à Graptolites et les calcaires ne faisant point partie intégrante des sédiments qui constituent notre étage D, hors des colonies, nous sommes induit à concevoir qu'ils ont été amenés dans notre bassin par des courants ou des affluents nouveaux, et provenant de contrées différentes de celles qui avaient fourni jusqu'alors les autres dépôts. Cette conclusion est surtout applicable aux calcaires qui, sur toute la hauteur de notre étage D, ne peuvent être observés que dans nos colonies.

Mais quelles circonstances ont pu introduire dans notre bassin ces nouveaux courants, ou affluents, charriant la matière ténue des schistes graptolitiques et chargés du carbonate de chaux en dissolution ?

Évidemment, ces circonstances peuvent être en rapport très naturel avec les déversements des trapps qui ont eu lieu aux mêmes époques. En effet, lorsque le sol d'une contrée est sujet à s'ouvrir pour donner passage à des torrents de matière ignée, l'observation des contrées volcaniques nous enseigne que la surface de ce sol est exposée à des dislocations, ou à des oscillations qui font varier le niveau des terres émergées aussi bien que le fond des mers. De semblables oscillations, changeant les inclinaisons générales des surfaces, peuvent aisément amener dans un bassin de nouveaux affluents; ou bien elles peuvent ouvrir, élargir ou approfondir des communications avec les mers voisines, de manière à introduire des courants jusqu'alors exclus des parages considérés.

En somme, l'existence constante dans les colonies, comme à la base de l'étage E, de schistes à Graptolites, de calcaires et de trapps, nous porte à formuler les circonstances qui ont favorisé les immigrations dans ces termes généraux : oscillations du sol et introduction de sédiments étrangers par l'action d'affluents ou courants nouveaux, sous l'influence générale des phénomènes plutoniques. Nous ne croyons pas pouvoir préciser d'une manière plus particulière les causes de ces phénomènes, parce que nous ne sommes pas assez avancé dans l'observation des lois qui régissent, soit la diffusion des êtres dans les mers, soit leur distribution verticale, en raison de la profondeur. Mais nous concevons

très bien que des études plus approfondies que les nôtres sur ces matières puissent conduire à des explications rationnelles et vraisemblables des faits que nous ne tentons pas même d'expliquer. Ainsi, il nous semble que des recherches sérieuses sur l'habitat des diverses classes de mollusques, poursuivies avec l'intelligence et la persévérance dont M. le professeur Suess nous donne l'exemple au sujet des brachiopodes, peuvent jeter une vive lumière sur beaucoup de questions jusqu'ici enveloppées dans une profonde obscurité, et qui se rattachent au phénomène des colonies.

L'explication complète de ce phénomène nous obligerait encore à rendre raison de la constante et singulière association des trapps avec les schistes à Graptolites sur les divers horizons que nous avons signalés. On peut, en effet, se demander : pourquoi ces schistes se sont-ils déposés par préférence sur les trapps, et pourquoi les trapps ont-ils recouvert si généralement les schistes à Graptolites?

Nous ne pouvons hasarder à ce sujet qu'une simple conjecture qui nous est suggérée par la considération de circonstances inhérentes à l'origine ignée des nappes trappéennes.

D'abord, lorsque nous voyons les schistes graptolitiques reposant sur les trapps, nous concevons que ces roches plutoniques, en voie de refroidissement lent, attiraient, par leur excès relatif de température ou par des émanations quelconques, les bryozoaires qui pullulaient sur leur surface. On peut attribuer aux myriades d'individus des Graptolites l'origine du carbone qui colore les schistes renfermant leurs dépouilles, car la combustion ramène ces roches à une couleur blanchâtre.

Dans le cas au contraire où les schistes à Graptolites se montrent les premiers, et sont recouverts par les trapps, combinaison qui se reproduit deux fois dans la colonie Krejci, on pourrait imaginer que ces localités présentaient également des dégagements de chaleur ou des émanations quelconques, comme avant-coureurs d'un déversement de matière ignée qui s'annonçait d'avance par ces indices.

Si nous formulons ici ces conceptions hypothétiques, c'est surtout pour en provoquer de meilleures.

Dans l'ouvrage dont nous donnons ici le sommaire, nous passons en revue les diverses interprétations des colonies qui ont été successivement proposées : par Alcide d'Orbigny dans son *Cours élémentaire de paléontologie stratigraphique*, 1852 ; par sir Roderick Murchison dans sa *Siluria*, 1854 ; par le professeur Bronn, dans son ouvrage couronné en 1857 par l'Académie des sciences de Paris ; *Untersuch. ueb. die Entwick. Gesetze*, etc. ; par le pro-

fesseur Suess dans son mémoire intitulé *Wohnsitze der Brachiopoden*, II, 1860.

Les opinions exprimées par ces respectables savants devant nécessairement donner lieu à diverses observations de notre part, nous ne pouvons pas entamer ici cette matière qui nous entraînerait trop loin.

Nous nous bornons à faire remarquer que la doctrine des colonies telle que nous la concevons, c'est-à-dire limitée aux conséquences immédiates des faits connus, est exempte des tendances subversives qu'on a semblé lui attribuer lorsqu'elle a été sommairement exposée pour la première fois. Nous pensons d'ailleurs qu'aucun homme juste et éclairé ne voudrait la rendre responsable des applications exagérées qui pourraient en être faites, et contre lesquelles nous protestons aujourd'hui, comme nous l'avons déjà fait dans cette enceinte.

Les appréhensions auxquelles nous faisons allusion ont été plus ou moins explicitement exprimées par deux savants dont le nom fait autorité. On conçoit très bien qu'ils aient été, l'un en France et l'autre en Angleterre, les organes de l'opinion générale, parce que leur haute position dans la science les constituait, pour ainsi dire, comme les conservateurs des principes en apparence menacés par notre nouvelle doctrine.

1853. Dans l'*Histoire des progrès de la géologie*, M. le vicomte d'Archiac établit « qu'on ne peut révoquer en doute l'existence » d'un principe en vertu duquel l'organisme a sans cesse été mo- » difié de telle sorte que la même faune ne s'est jamais reproduite. » A ce sujet, il cite en note certaines anomalies signalées en Bohême, dans les Alpes et peut-être ailleurs, comme si elles menaçaient de faire exception à ce principe. Il déclare ne pouvoir admettre ces exceptions que lorsqu'elles auront été observées dans des terrains parfaitement réguliers, horizontaux ou non dérangés de leur position première (t. V, p. 7).

1854. Édouard Forbes révoque d'abord en doute le fait des colonies de Bohême, qu'il attribue à des plissements ou à d'autres accidents fréquents dans les terrains anciens ; ensuite il reproche nettement à la doctrine des colonies d'infirmer la valeur des observations paléontologiques pour déterminer l'âge et la succession des formations (*Annic. address*, 1854, *Quart. Journ.*).

Ainsi, le fait et la doctrine des colonies sont accueillis avec la même défiance par les autorités que nous citons.

En ce qui touche le fait, nous n'avons rien à ajouter à ce qui précède. Quant à la doctrine, nous désirons qu'elle ne soit point

mal entendue, et, dans ce but, nous présenterons encore quelques observations.

En nous mettant au point de vue de M. le vicomte d'Archiac, nous pensons comme lui, qu'enseigner directement ou indirectement la réapparition des faunes éteintes, ce serait attribuer à la nature un pas rétrograde et complétement opposé à la constante et majestueuse progression observée dans le développement des formes de la vie organique, depuis la faune primordiale jusqu'à la faune actuelle.

En nous plaçant à côté d'Édouard Forbes, nous dirons avec lui, qu'admettre la contemporanéité des faunes dont la succession a été établie par l'ordre de superposition, ce serait plonger de nouveau la géologie dans la confusion et l'incertitude dont elle n'a été tirée qu'à l'aide de la paléontologie.

Heureusement la doctrine des colonies, renfermée dans les limites que nous lui donnons, se croit à l'abri de ces graves reproches.

En effet, que résulte-t-il des faits exposés?

C'est qu'en Bohême la faune troisième aurait fait son apparition pendant l'existence de la faune seconde.

Remarquons d'abord que cette apparition anticipée ne représente que d'une manière incomplète la première phase de la faune troisième, ainsi que nous l'avons démontré ci-dessus. En second lieu, toutes les espèces des colonies s'éteignent dans la hauteur de notre étage E, c'est-à-dire durant cette première phase de rénovation; seulement trois d'entre elles se propagent dans la seconde phase, c'est-à-dire dans notre étage F.

Ainsi, la faune des colonies, malgré son identité avec notre faune troisième, est bien loin de représenter, même en abrégé, la série des êtres qui constituent celle-ci. Cette série a été subdivisée par nous en quatre périodes qui correspondent à autant d'étages superposés, E, F, G, H. Il serait sans doute très hasardé de dire que ces quatre étages mesurent des périodes égales de temps. Cependant nous devons les considérer, faute de mieux, comme les seules unités comparables que nous ayons à notre disposition. En partant de ces données, nous voyons que les êtres de nos colonies, considérés dans leur ensemble, n'ont pas dépassé la limite supérieure de la première des quatre phases de la faune troisième. Or, ces quatre phases correspondent chacune à une rénovation lente, mais presque complète des espèces. Ainsi, les êtres des colonies ne représenteraient réellement qu'un groupe initial de notre faune troisième.

D'un autre côté, la plus ancienne de nos colonies, occupant dans l'étage **D** à peu près le milieu de la hauteur de la bande *d* 4, n'a apparu que lorsque la faune seconde avait déjà traversé les périodes de temps mesurées par le dépôt des bandes inférieures *d* 1, *d* 2, *d* 3, et par la moitié de *d* 4. Cette faune avait donc subi plus de trois phases de rénovation partielle avant l'apparition des avant-coureurs de la faune troisième.

Par conséquent, la période de temps durant laquelle les faunes seconde et troisième paraissent avoir coexisté est indiquée par la moitié supérieure de la bande *d* 4 et par toute la bande *d* 5. En d'autres termes, les avant-coureurs de la faune troisième, apparaissant durant la quatrième phase de la faune seconde, ont été témoins de sa rénovation partielle durant sa phase cinquième et dernière.

La faune seconde avait donc été seule en possession du bassin de la Bohême durant environ les trois cinquièmes de la durée de son existence entière, en prenant pour mesure le nombre de ses phases indiquées par les cinq bandes superposées dans la hauteur de l'étage **D**.

Puisque la première phase de la faune troisième était loin d'être révolue, et même loin de son maximum de développement, lorsque la faune seconde s'est éteinte dans la mer de Bohême, il est clair que la faune troisième a dominé seule à son tour dans ces parages, au moins pendant la durée de trois d'entre les quatre phases de son existence.

Si le lecteur veut bien se reporter à l'une des pages ci-dessus, il y trouvera des conclusions très semblables pour les faunes correspondantes d'Angleterre. Il serait superflu de les reproduire ici.

Il est bien entendu que nous ne supposons aucune parité dans la durée des phases de ces diverses faunes.

Ces considérations suffisent pour montrer qu'en appréciant rationnellement, dans toute leur étendue, les conséquences de notre doctrine appliquée aux colonies de la Bohême, les faunes seconde et troisième de notre bassin, malgré leur coexistence partielle, ne perdent rien de leur importance comme unités chronologiques successives; car la durée de chacune d'elles, prise dans son ensemble, correspond à une période distincte dans la série des âges géologiques.

Ainsi, il n'y a pas lieu d'appréhender que la doctrine des colonies vienne renverser l'ordre de succession établi par la paléontologie, en considérant chaque faune comme une unité chronologique dans l'histoire de la vie organique sur le globe.

Encore moins y a-t-il lieu de craindre que les colonies introduisent dans la science l'idée de la réapparition d'une faune éteinte; car il y a loin des intermittences supposées jusqu'à des extinctions répétées dont il n'a jamais été fait mention, et que notre doctrine n'a jamais admises.

En somme, quelle est la conséquence principale de la doctrine des colonies?

C'est que les faunes, quelle que soit l'étendue relative que l'on donne à cette expression, au lieu de se succéder par voie d'extinction simultanée et de rénovation totale sur la surface entière du globe, ont joui d'une contemporanéité partielle. Cette doctrine ne menace nullement les principes de la science, car nous la trouvons enseignée dans les ouvrages de nos maîtres les plus éclairés, et notamment depuis l'époque où l'existence des colonies a été annoncée.

En voici la preuve. M. le vicomte d'Archiac termine brillamment ses généralités sur la faune jurassique d'Angleterre par le passage suivant :

« On a vu que ces modifications (de l'organisme) étaient lentes, » graduelles dans l'ensemble, et néanmoins continues, de telle » sorte qu'en aucun point de la série le renouvellement n'a été » complet à un moment donné. Quelques êtres anciens ont tou- » jours assisté à la naissance de ceux qui devaient leur succéder. » A aucun instant, la manifestation des forces vitales n'a été sus- » pendue. Jamais la chaîne des êtres n'a été rompue, car de nou- » veaux anneaux se formaient avant que tous les autres fussent » brisés.

» Sans doute, les chiffres qui nous ont conduit à ces réflexions » sont purement relatifs à l'instant où nous parlons et au pays que » nous considérons, mais de semblables résultats nous sont aussi » fournis par l'étude attentive de toute la série zoologique. Il y a » loin, comme on le voit, de ces déductions des faits actuellement » connus à ces hypothèses si gratuites de destruction complète, » puis de renouvellement ou de créations de toutes pièces de l'or- » ganisme, hypothèses que nous devons reléguer actuellement » parmi les fables de la géogénie ancienne. » (*Hist. des progr. de la géol.*, t. VI, p. 154, 1856.)

Nous regrettons vivement que l'espace ne nous permette pas de reproduire ici quelques passages émanant de la plume d'un autre de nos maîtres les plus éminents, M. le professeur Bronn, et qui expriment des vues en parfaite harmonie avec celles qui sont si nettement exposées dans les lignes qui précèdent. Nous espérons

que nos lecteurs auront le plaisir de les lire prochainement, lorsque l'Académie des sciences publiera l'ouvrage qu'elle a couronné en 1857, et dont nous avons cité plusieurs fois l'édition allemande.

En terminant cette communication déjà longue, mais qui n'a pas épuisé le sujet, je remercie sincèrement la Société de la bienveillante attention qu'elle a bien voulu m'accorder, même au delà de l'heure accoutumée. Cette attention si éclairée est bien de nature à m'inspirer la confiance que l'appréciation réfléchie des faits et de leur interprétation dissipera l'apparence d'étrangeté qui s'attachait aux colonies, et qu'elles seront paisiblement incorporées dans la science, leur mère patrie.

M. Thomassy fait la communication suivante :

Note sur l'hydrologie maritime et sur les lignes d'équisalure de l'océan Atlantique; par M. R. Thomassy.

Si l'hydrologie générale n'a pas de plus vaste champ d'exploration que la mer, l'hydrologie maritime, à son tour, n'a pas de plus beau théâtre que le bassin septentrional de l'Atlantique. On a souvent mesuré la température et sondé les profondeurs de ce bassin, on a même étudié la couleur de ses eaux ; mais ses divers degrés de salure n'ont jamais, que je sache, été l'objet d'observations suivies. Pour ma part, j'ai déjà fait six fois la traversée de cet océan, et j'y ai parcouru dix à douze mille lieues, presque toujours le salomètre à la main. J'en puis donc préciser la salure avec quelques détails, ce qui dégagera peut-être cette question des généralités stériles où elle reste encore à l'état d'hypothèse. En indiquant aussi le mode de mes observations, je vais donner le moyen de les vérifier et de les contrôler, seule manière de les rendre utiles à qui voudra reprendre l'étude d'un sujet aussi important que nouveau (1).

I. — Et d'abord la salure étant le caractère essentiel et distinctif

(1) Le docteur Marcet, A. de Humboldt, le capitaine Maury, et, tout récemment, M. Becquerel, membre de l'Institut, ont donné quelques indications sur la salure des principales mers du globe. Mais des indications aussi générales que peu nombreuses (trois ou quatre pour chaque océan) ne pouvaient conduire à aucun résultat pratique ou scientifique. Aussi est-ce au point de vue des résultats précis et positifs, que la question de la salure des mers me paraît un sujet d'études nouvelles.

des eaux de mer, c'est d'elle qu'il aurait fallu avant tout s'occuper dans les diverses manières d'envisager l'hydrologie maritime. C'est pourtant sous ce rapport qu'on l'a presque toujours négligée, tandis que la température, la profondeur, même la quantité d'air contenue dans les diverses couches océaniques, étaient étudiées ou proposées comme objets d'étude nécessaires au progrès de la physique du globe. L'emploi du thermomètre, du baromètre ou de la sonde était de la sorte recommandé aux navigateurs, mais jamais le salomètre n'a encore été mis officiellement pour cette fin à bord d'un navire. Or, si des résultats scientifiques et pratiques ont été obtenus par les premiers de ces instruments, pourquoi n'en obtiendrait-on pas à son tour de celui qui donne la mesure des sels tenus en dissolution dans l'Océan ?

L'influence de cette salure est souveraine sur l'existence et le développement des espèces marines. Ce fait général est évident. Mais ce ne sont point les généralités qui nous intéressent à cet égard ; il s'agirait, au contraire, de spécifier les effets propres à chaque variation de la salure maritime, pour en mieux déduire les véritables lois.

On sait, par exemple, l'habitude des poissons de mer de se rapprocher du rivage et de pénétrer dans les baies ou de remonter même les fleuves pour y déposer leur frai. Rechercheraient-ils alors des eaux plus fraîches, ou bien des eaux moins salées et à peine saumâtres ? Dans ce dernier cas, des rapports directs existeraient entre les habitudes de ces poissons et les degrés particuliers de salure qu'ils recherchent ; c'est donc la variation de cette salure qu'il importerait d'étudier, comme notion désormais indispensable à l'histoire des espèces marines. Cette notion, au surplus, est démontrée par la distinction établie entre les espèces d'eau douce, et celles d'eau saumâtre et d'eau salée. Qui ne sait enfin qu'une simple concentration de l'eau de mer, dans les bassins d'une saline, y fait d'abord mourir les poissons, ensuite les crustacés ; de même qu'elle y tue également les plantes marécageuses et d'eau saumâtre, et, après avoir favorisé la végétation du *Salicornia* ou plante à soude, la fait périr à son tour par un excès de sel ?

Les moindres variations de salure sont ainsi toutes puissantes pour le bien ou le mal de certaines espèces, jouant un rôle décisif dans les conditions de leur existence, et soit sur le rivage ou en pleine mer, soit à la surface ou au fond de l'Océan, constituant une question de vie ou de mort pour une multitude d'êtres organisés : de sorte que de ces variations dépendent la faune et la flore des mers. L'énoncé d'une telle question, de quelque peu d'attention qu'elle

ait été l'objet, en démontre suffisamment la valeur pour la science en général ; et, quant à l'hydrologie maritime, il est évident que ce sujet devient pour elle d'un intérêt souverain.

Rappelons-nous maintenant les travaux de M. de Humboldt, pour établir les lignes isothermes et rechercher la distribution de la chaleur à la surface de l'Océan. C'est un genre de recherches non moins utiles, qu'il s'agit d'entreprendre sur la distribution de la salure maritime.

Cette salure, qu'on suppose très bien varier selon la profondeur des couches, varie également à la surface des mers, et soit à leur surface, soit au fond, ces variations accusent autant de différences dans la densité ou la pesanteur spécifique des eaux. Or, cette notion est évidemment aussi importante pour l'étude de la mer que les changements de température le sont pour l'étude de l'atmosphère. Si donc ces derniers expliquent, par exemple, la formation des courants aériens, pourquoi les autres n'expliqueraient-ils pas, de la même manière et dans la même mesure, la formation des courants maritimes? L'analogie est parfaite pour les deux cas, ce qui déjà ferait concevoir avec quelque précision le rôle réservé à la salure dans l'économie du monde maritime. Mais, avant tout, il importe d'en bien marquer les variations pour en découvrir plus tard les lois constantes, c'est-à-dire les lignes d'égale distribution. Ces lignes d'équisalure me rappellent à beaucoup d'égard les lignes isothermes, et l'importance de ces dernières nous dit à l'avance la valeur de celles que nous cherchons.

Notre but ainsi marqué, il s'agit de l'atteindre à l'aide d'un instrument dont l'emploi commode et sûr soit à la portée de tous les navigateurs. L'aréomètre de Beaumé, lorsqu'il donne les dixièmes de degré, c'est-à-dire les millièmes du liquide qu'il déplace, garantit suffisamment toute l'exactitude désirable en pareil cas. Bien manié surtout, il devient un vrai salomètre de précision, aussi propre aux travaux d'hydrologie maritime que le thermomètre l'est à ceux de météorologie. Tel est le salomètre dont je me suis servi, et qu'il faut avoir construit de verre, pour le soustraire d'autant mieux à l'influence des variations de température.

J'ajoute que, ne m'étant occupé de l'eau de mer qu'en pur observateur des phénomènes physiques, je suis bien loin de vouloir empiéter sur le domaine des chimistes, qui auront à traiter la même question à leur point de vue. Je rappellerai seulement que l'un des plus compétents d'entre eux, le docteur Murray (d'Édimbourg), pensait que l'analyse « de l'eau de mer était sujette à di- » verses causes d'erreur, et que, suivant la manière d'opérer, on

» arrivait, disait-il, à des résultats très dissemblables, les différents » sels contenus dans l'eau salée se décomposant entre eux et une » partie d'ailleurs se perdant par l'évaporation. »

A ces chances d'erreur, il faut ajouter un autre grave inconvénient, celui du petit nombre d'expériences résultant de la lenteur et de la difficulté des analyses chimiques. Le temps indispensable à une seule de ces analyses permettrait des centaines et des milliers d'observations par l'emploi du salomètre que facilite la rapidité des navires à vapeur. La méthode salométrique est donc bien supérieure à la précédente pour apprécier les différences de salure maritime, différences délicates et passagères, qu'il faut absolument mesurer sur place et sans délai, sous peine d'en voir la trace à jamais perdue.

Le salomètre ne sera point enfin d'une utilité purement scientifique ; car il peut servir d'auxiliaire au plus pratique des arts, à celui de la navigation, pour lequel il sera un précieux instrument de reconnaissance. On sait, par exemple, comment le thermomètre sert déjà aux navires qu'une tempête a pu égarer aux bords du Gulf-Stream, et comment, par la température de la mer, il signale leur position par rapport à ce courant. Mais, quand la salure de ce courant aura été déterminée, le même signalement en sera donné par le salomètre, et les marins en sauront d'autant mieux comment naviguer.

Combien l'emploi de cet instrument pourra donner encore d'indices nouveaux et précieux, quand la salure des rivages et des golfes aura été bien distinguée de celle de la pleine mer, et quand celle-ci sera également déterminée, selon les latitudes et les divers courants de la surface ! Dans les parages du nord, par exemple, et en cas de brume ou de tempête, tel abaissement de salure doit sûrement indiquer la débâcle des glaces polaires ou le voisinage de la terre ferme. La salure du plein Atlantique ne descend guère au-dessous de 3°,80, et celle du littoral ne dépasse pas non plus de beaucoup 3°,50. On a donc là une mesure de reconnaissance, et, comme le salomètre la donne d'une manière aussi infaillible qu'aisée, les navigateurs auront toujours intérêt à consulter cet instrument (1).

---

(1) Pour le meilleur emploi du salomètre à dixièmes de degré, le seul qui donne en pareil cas des indications suffisamment précises, il importe de remarquer l'état hygrométrique de l'atmosphère ; car, selon que l'air est sec ou humide, les molécules aqueuses, par suite du plus ou moins d'adhérence, descendent ou s'élèvent d'environ

C'est à ce point de vue tout pratique que l'étude des surfaces maritimes est bien plus utile, à coup sûr, que celle des fonds de l'Océan. Le capitaine Lefèvre, l'habile commandant du *Vanderbilt*, me disait durant ma dernière traversée de l'Atlantique: « Ce qu'il nous faut, à nous marins, c'est l'étude de la surface » des mers, car c'est là que se font toutes nos opérations ; or, cette » surface nous est peu connue. Chaque jour, il est vrai, ajoute à » nos connaissances sur l'Océan, et en particulier sur le *Gulf-Stream*, » mais les travaux scientifiques n'y contribuent que fort peu, car » c'est du fond dont ils s'occupent le plus. Or, nous n'avons pas à » nous en occuper du tout, si ce n'est que pour de rares sondages; » et encore dans ce cas nous n'avons pas les instruments qu'il nous » faudrait, et, si nous les avions, nous n'aurions pas le temps de » nous en servir. »

L'étude qui nous occupe répondra précisément à plusieurs *desiderata* de la science nautique. Je ne doute même point que le salomètre ne soit bientôt employé dans ce but par un grand nombre de navigateurs, et que les degrés de salure, propres à chaque parage maritime, ne soient aussi consignés dans les journaux du bord. Les observations, se multipliant alors de tous côtés, se coordonneront et permettront de formuler les lois de la distribution de la salure, comme on a formulé les lois de la distribution de la chaleur. Ces dernières, une fois connues, furent mises en rapport avec le développement de la vie animale et végétale, et il en est résulté des aspects scientifiques tout nouveaux, entre autres la *géographie botanique*. La découverte des variations de la salure n'aura pas moins d'influence sur le progrès des flores et des faunes maritimes, et, comme elle en fera mieux apprécier les conditions présentes, elle ne manquera pas non plus d'en faire mieux concevoir les transformations passées.

On voit donc que l'étude de la salure n'intéresse pas seulement l'hydrologie. Son importance embrasse toute l'histoire naturelle des mers, et le rôle que le sel y joue, soit sur les espèces vivantes, soit sur les phénomènes océaniques et leurs rapports avec ceux de l'atmosphère, ne manquera pas d'éclairer d'un nouveau jour bien des problèmes des anciennes périodes. A ce compte, l'influence de la salure et de ses variations devrait figurer désormais au premier rang des causes actuelles. Elle en est une des plus actives, et elle agit incessamment dans un laboratoire qui embrasse les trois quarts

---

1 dixième de degré autour du tube de verre, ce qui expose en plus ou en moins à une erreur de 1 millième.

de la surface du globe. Je reviendrai plus tard sur ce sujet, en étudiant un mouvement initial des grands courants maritimes résultant de la formation des glaces polaires. Le sel, rejeté des eaux congelées, passe alors dans les eaux inférieures, en accroît la pesanteur spécifique, et, en les faisant presser latéralement sur des eaux moins denses, leur communique une impulsion sous-marine qui doit se maintenir jusque vers l'Équateur. La fonte des glaces vient ensuite affaiblir la salure superficielle de certaines zones maritimes, et les courants de surface qui s'y produisent ne peuvent manquer d'y établir d'autres lignes particulières d'équisalure.

Sans insister davantage sur cette donnée, je passe aux diverses séries d'observations que je lui ai consacrées durant mes voyages sur l'Atlantique. Cette tâche me parut belle et d'autant plus facile, en 1853, que des entreprises de salines allaient me faire traverser cet Océan, le salomètre à la main. C'est ainsi que, me rendant aux Antilles françaises et de là aux États-Unis, je pus avoir pour la première fois une idée précise de la salure maritime et de ses variations (1).

II. — Le 4 juillet 1853, je m'embarquai à Rochefort à bord du vapeur de l'État, l'*Achéron* ; c'était au moment de la haute marée, et j'y trouvais l'eau de la Charente à 0°,10 du pèse-sel, degré le plus ordinaire de l'eau douce non distillée. Devant Fouvras, à l'embouchure du fleuve, l'eau marquait 2°,80, et bientôt après 3 degrés devant l'île d'Aix. L'*Achéron* étant rentré en France, je vérifiai l'échelle inverse dans la salure des eaux, en remontant le cours de la Gironde. Devant le phare de Cordouan, au milieu de la vaste entrée du fleuve, le pèse-sel accusait 2°,60 ; et le 10 juillet devant Bordeaux, la haute marée était à 0°,10, comme je l'avais laissée devant Rochefort.

Le flot qu'on y appelle improprement haute marée, et qui par son élévation périodique a créé les deux ports en question, n'était donc pas la marée elle-même, mais uniquement l'eau douce, retenue, refoulée et soulevée tout ensemble par la force du flux et par la pesanteur spécifique de l'eau de mer. Ce phénomène, que je revis plus tard sur les bords occidentaux de l'Atlantique, m'offrit un intérêt tout nouveau dans la Caroline du Sud, où l'industrie

---

(1) La carte de M. Ch. Sainte-Claire Deville *Sur la température des eaux à la surface de la mer des Antilles, du golfe du Mexique et de l'océan Atlantique*, représente en grande partie le théâtre de mes observations salométriques, et c'est avec les données de cette carte que je compte coordonner plus tard le résultat de mes observations,

des rizières s'en fait un instrument d'irrigation aussi économique que régulier.

Le 11 juillet 1853, nous perdîmes de vue les côtes de France, et l'aréomètre accusait à ce moment 3°,40 de salure. Le lendemain au matin, à quatre-vingt-dix milles de la terre ferme, c'était 3°,70 ou plutôt 3°,75. Le même jour à midi, toujours dans le golfe de Gascogne, l'eau était à 3°,80, et le 13 juillet, en vue du cap Ortégal, je remarquai 3°,85. Après avoir doublé ce cap et passé en plein océan Atlantique je trouvai 3°,90 de salure qui caractérisent en moyenne les eaux de la grande mer. Jusqu'en vue de Madère, ce fut toujours 3°,90, mais, quand l'*Achéron* jeta l'ancre devant Funchal, ce n'était plus que 3°,80. Ainsi, bien que dépourvue de grandes rivières, en plein été et en pleine sécheresse, quand l'eau de ses torrents était presque entièrement absorbée par des irrigations artificielles, l'île de Madère semblait exercer une influence sur le degré de salure du profond Océan qui l'environne.

En nous éloignant de Madère, je retrouvai en effet les 3°,90 des jours antérieurs. De sorte que la différence remarquée à Funchal ne pouvait provenir que du voisinage de l'île et de ses eaux souterraines, puisque les écoulements superficiels n'y étaient aucunement appréciables.

Les vents alisés se firent bientôt sentir et la salure tendait constamment à atteindre 4 degrés, et même à les dépasser. Nous arrivâmes ainsi au tropique du Cancer, et, à mesure que je me rapprochai du 17e parallèle, latitude de la Martinique, je trouvais 4°,10, 4°,20, 4°,30, et même 4°,40. Ici pourtant je dois dire un mot de l'attraction capillaire et moléculaire, qui, selon les influences atmosphériques, soulève l'eau plus ou moins au contact du tube de l'aréomètre. C'est ce qui rendait assez difficile une appréciation nette des dixièmes de degré, lesquels, comme on sait, correspondent aux millièmes de la pesanteur totale. C'est donc à une fraction de millième près que mes observations peuvent être considérées comme exactes.

L'amoindrissement de salure que j'avais remarqué à Madère se fit de nouveau sentir à l'approche des Antilles. Au commencement du mois d'août et déjà en vue de la Martinique, l'eau ne marquait que 3°,80 ; la température de l'eau était alors à 20° centigrades.

Le lendemain, au Fort de France, et après un orage qui avait eu lieu pendant la nuit, l'eau marquait 3°,70. L'hivernage, qui est la saison des pluies pour les tropiques, était déjà commencé.

Je me rendis peu de jours après à la Guadeloupe, et devant la ville de la Basse-Terre où les eaux douces ruissellent de tous

côtés, ce qui n'a pas du tout lieu au Fort de France, je trouvai 3°,50 de salure.

Bientôt après, dans mes excursions aux îles de Saint-Martin et de Saint-Barthélemy, sentinelles avancées sur un angle oriental des petites Antilles, j'ai trouvé, comme auparavant sur le rivage de Madère, l'eau de mer à 3°,80. Ainsi la salure de l'océan Atlantique prise à la surface, loin de l'influence des îles et des continents et surtout des glaces du nord, peut être fixée en minimum à près de 4 degrés, tandis que, sous l'action évaporante des vents alisés et du soleil tropical, elle s'élève jusqu'à 4°,40.

En décembre 1853, je résolus de me rendre aux États-Unis, et je continuai mes observations sur la salure des eaux de l'Atlantique. Je naviguai de nouveau à travers les petites Antilles jusqu'à Saint-Thomas, qui en est le point central ; et entre Saint-Thomas et Sainte-Croix l'eau marquait 3°,60, ce qui me parut la salure moyenne de la surface maritime des Antilles. Après avoir perdu de vue Porto-Ricco et laissé à l'ouest les grandes Antilles, je retrouvai les 3°,90 remarqués en doublant le cap Ortégal, et, jusqu'aux approches du *Gulf-Stream*, c'était toujours 4 degrés et 4°,10, que m'indiquait le salomètre. La pluie et une tempête nous ayant assaillis sur le *Gulf-Stream*, la salure de ce courant ne m'accusa point une différence sensible, vu sans doute l'incertitude que l'humidité permanente du tube et l'état hygrométrique de l'atmosphère donnaient à l'appréciation des dixièmes de degré.

Le 19 décembre 1853, je me trouvai en vue de la Caroline du Nord, en face du *Pemlico-Sound* et de l'Ockracok, son entrée, par où les colons de Walter Raleigh avaient inauguré leur apparition sur le continent américain. C'était le soir et à marée basse. La *Melvina*, bien que de 275 tonneaux seulement, ne put y pénétrer, tant ces parages se sont atterris, depuis que les premiers Anglais débarquèrent dans le Nouveau Monde. Elle louvoya toute la nuit pour attendre la marée montante.

Le lendemain, en dehors de la passe, à haute marée, je trouvai l'eau seulement à 2°,40, et en pénétrant dans le *Sound*, 2°,30, 2°,20 et 2 degrés. Toute faible qu'elle me parut, cette dernière salure égalait pourtant celle de l'Adriatique sur les bords de l'Istrie, à Venise, à Ravenne, et à Cervia où j'avais établi une saline en 1848. Or, l'immense quantité de sel qui se fabrique sur ces rivages italiens indique suffisamment que, même vers l'entrée du *Pemlico-Sound*, la fabrication des sels de mer y serait également possible au moyen de l'évaporation atmosphérique. Le 8 janvier 1854, je me trouvai dans la Caroline du Sud, à *Edisto Island*,

à l'entrée du *North Edisto River*, et à marée montante le salomètre marqua 3°,40 ; à Edingsville, sur la plage même de l'île, c'était 3°,80, ce qui me parut extraordinaire en hiver et dans le voisinage de *South Edisto River*, qui entraîne des masses d'eau douce. Ce degré de concentration prouverait que les eaux fluviales exerçaient alors bien peu d'influence en ces parages, ou qu'un remou parti du *Gulf-Stream* y agissait d'une manière spéciale pour maintenir la moyenne de la salure maritime. Plus tard, en Géorgie, vers l'embouchure du Savannah, cette salure fut presque aussi élevée à marée montante ; mais à marée basse et à l'entrée du fleuve elle descendait le plus souvent à 1 degré, comme on le remarque également sur les bords opposés de l'Atlantique.

Tels furent les résultats de ma première traversée, tous obtenus par l'emploi du même salomètre, et d'un salomètre de verre, ce qu'il importe de remarquer, pour apprécier les faibles erreurs auxquelles cet instrument aurait pu donner lieu. Mes autres séries d'observations devant être présentées sous forme de tables statistiques, je crois dès à présent devoir en signaler quelques résultats relatifs aux différentes zones de salure maritime.

1° A l'embouchure des fleuves sujets aux marées océaniques, comme le Savannah, la Gironde ou la Charente, le flux donne généralement une salure de 3 degrés, alors que le reflux la fait descendre à 1 degré pour le moins. D'où l'on peut apprécier, sur ce point naturel de partage, l'influence de la mer et celle des écoulements superficiels de la terre ferme.

2° Le long des rivages soumis à des influences fluviales, la salure, selon la haute ou la basse marée, varie de 2°,40 à 3°,50. Elle s'élève pourtant jusqu'à 3°,80 vers les latitudes méridionales, et dans les grands courants maritimes, comme nous en avons vu un exemple sur les rivages de la Caroline du Sud.

3° La salure des golfes océaniques, en dehors des grands courants, comme est le golfe de Gascogne, varie de 3°,50 à 3°,80.

4° Enfin la salure du plein Océan, en dehors de l'influence des eaux et des glaces polaires, semble varier de 3°,80 à 4°,40, en naviguant du 46e parallèle au 17e. Quant à la région maritime des vents alisés, sa salure moyenne, avant la saison des pluies, est de 4°,20, tandis que celle du *Gulf-Stream* serait de 3°,90.

Quelle que soit la valeur encore trop approximative de ces données, il en résultera toujours différentes zones d'équisalure faciles à distinguer entre elles, soit autour des îles et des archipels, soit entre la terre ferme et le plein Océan. Or, ces zones, correspondant à des variétés de la flore et de la faune océaniques, ne manqueront

guère d'être aux progrès de l'hydrologie maritime ce que les lignes isothermes ont été aux progrès de la météorologie.

III. — *Salure du golfe du Mexique, prise à bord du steamer* Philadelphia, *faisant le trajet direct de la Nouvelle-Orléans à la Havane* (*juin* 1857).

	Dates.	Heures (1).		Degré de salure.	
Temps sec.	20 juin.	8	A. M.	0°,10	Densité de l'eau du Mississipi, à la Nouvelle-Orléans.
		5 1/2	P. M.	0,10	Idem, au delà de la barre de la Passe à Loutre.
		6.		0,90	A 8 ou 10 milles en pleine mer.
		6 1/2.		3,00	
		7.		3,10	
		8.		3,20	
	21 juin.	5	A. M.	3,70	
		5 1/4.		3,60	
		5 1/2.		3,60	
		7 1/4.		3,40	Cet abaissement de salure s'expliquerait-il autrement que par des affluents sous-marins d'eau douce?
		9 1/2.		3,60	
		10 1/2.		3,70	
		Midi.		3,70	
		3 1/2	P. M.	3,60	
		5.		3,60	
Temps humide.	22 juin.	5	A. M.	3,80	Journée de pluie et d'orage.
		9.		3,80	
		Midi.		3,85	
		6	P. M.	3,90	
		8.		3,90	
		9.		3,80	
	23 juin.	5	A. M.	3,80	A 60 milles de la Havane, où nous aurions dû être arrivés vers trois heures du matin, sans la reculade de la nuit.
		8.		3,80	
		9.		3,80	
		11.		3,70	En vue de l'île de Cuba.
		Midi.		3,60	
		1	P. M.	3,60	
		3.		3,40	Dans le port de la Havane.

(1) Les heures, en déterminant la position du navire en mer, serviront à fixer sur la carte le relèvement des divers degrés de salure.

IV. — *Salure du* Gulf-Stream *et du littoral américain, prise à bord du steamer* Isabel, *allant de la Havane à Charleston, pa Key-West et l'embouchure du Savannah (juin* 1857).

Dates.	Heures.	Degré de salure.	
		°	
25 juin.	5 P. M.	3,40	Dans le port de la Havane.
	5 3/4.	3,70	Environ 6 à 7 milles en pleine mer.
	6.	3,60	
	6 1/2.	3,70	
	7.	3,70	
	8 3/4.	3,80	
	10.	3,90	En plein Gulf-Stream.
26 juin.	3 1/4 A. M.	3,90	
	4.	3,90	A 4 milles environ de Key-West.
	4 1/2.	3,80	A Key-West, la traversée de la Havane à Key-West ayant été de onze heures et demie.
	5 1/2.	»	Départ de Key-West.
	7 1/2.	3,80	A 16 milles environ de Key-West.
	8 1/2.	3,80	
	10 1/0.	3,70	
	Midi.	3,70	
	3 P. M.	3,70	
	6.	3,80	
	10.	3,80	
27 juin.	5 A. M.	3,90	
	10.	3,90	
	Midi.	3,90	
	5 P. M.	3,90	
	7.	3,80	Sur les bords du Gulf-Stream avoisinant la Géorgie, et entre des ramifications d'eau argentée courant sur le bleu profond de l'Océan.
	7 1/4.	3,80	
	8 1/2.	3,70	
	10.	3,70	
28 juin.	5 A. M.	3,30	En sortant de l'embouchure du Savannah.
	8.	3,70	En longeant le rivage.
	9.	3,55	En vue du phare de Charleston, et dans un courant qui sort de la baie.

V. — *Salure littorale de Charleston à New-York, à bord du steamer* Nashville (*mai* 1858).

DATES.	HEURES.	TEMPÉRATURE de l'air.	TEMPÉRATURE de l'eau.	SALURE.	OBSERVATIONS. Les longitudes indiquées sont celles de Greenwhich.
15 mai.	8 1/2 A. M.	24°,»'	22°,»	3°,20	Vers la haute marée, en passant la barre au chenal de Maffit, vis-à-vis *Moultrie-House*.
—	9	23 »	21 50'	3 10	Vis-à-vis le *Light-Ship*, en sortant du chenal, la haute marée étant à 9 h. 27 m.
—	10	21 50	20 25	3 20	En perdant de vue le rivage de *Charleston*.
—	Midi. . . .	22 »	20 50	3 50	
—	2 1/2. . . .	21 »	20 »	3 50	
—	5 1/2. . . .	19 25	19 50	3 60	
—	6 1/2. . . .	» »	» »	» »	Vis-à-vis et à 25 milles du cap *Fear* (Caroline du Nord).
—	7 1/2. . . .	19 50	19 50	3 55	
16 mai.	3 1/2 A. M.	18 50	16 »	3 35	Vis-à-vis l'*Okracok Inlet*.
—	5	17 »	18 »	3 50	A 13 milles de la côte.
—	5 1/2. . . .	17 »	18 »	3 45	
—	6	17 »	17 »	3 40	
—	6 1/2. . . .	» »	» »	» »	Latitude du cap Hatteras.
—	7	17 75	15 75	3 20	
—	7 1/2. . . .	18 50	16 »	3 20	
—	8 1/2. . . .	19 »	16 »	3 35	Abaissement de salure résultant des courants saumâtres de la *Chesapeak-Bay* et des eaux douces, superficielles ou souterraines, du *Roanoke Sound*.
—	9 1/2. . . .	19 50	15 50	3 35	
—	11	16 »	13 »	3 60	A 40 milles de la côte, par 36°,18 à 20, latitude nord.
—	1 . . P. M.	14 50	12 »	3 65	
—	4	13 »	11 »	3 70	
—	6	10 »	11 »	3 70	
17 mai.	5 1/2. . . .	11 »	11 »	3 40	A 50 milles environ en vue des côtes du *New-Jersey*.
—	6 1/2. . . .	10 20	10 50	3 20	
—	8	9 75	10 »	3 20	
—	9 1/2 . . .	8 »	9 »	3 80	En approchant de New-York et tournant *Sandy-Hook*.
—	10 1/2. . .	9 »	10 »	2 20	En passant les *Narrows*.
19 mai.	Midi 1/2. .	11 »	12 »	1 90	A la pointe de *Castle-Garden*, New-York.

VI. — *Salure maritime de New-York au Havre, à bord du* North-Star (*juin* 1858).

DATES.	HEURES.	TEMPÉRATURE de l'air.	TEMPÉRATURE de l'eau.	SALURE.	OBSERVATIONS.
19 juin.	11 . A. M.	22°,50'	20°,»'	0°,80	Quai du départ de New-York.
—	Midi 3/4. .	24 »	21 »	0 85	
—	1 1/4 P. M.	24 50	21 »	1 60	A 2 milles du port.
—	1 3/4. . . .	20 »	18 50	2 50	Vis-à-vis *Sandy-Hook*.
—	3 3/4. . . .	18 »	17 »	3 60	Nous courons encore E.-S.-E.
—	5	16 »	15 »	3 40	Nous courons encore E.
—	6 1/4. . . .	16 »	15 50	3 50	
—	7 1/4. . . .	16 »	16 »	3 58	
20 juin.	6 . . A. M.	15 »	14 »	3 65	
—	8 1/2. . . .	15 »	13 »	3 70	A 220 milles environ de New-York.
—	Midi. . . .	13 »	10 10	3 75	A 45 milles sud-est de Nantucket, hors des influences du *Gulf-Stream* d'après la température, mais non d'après la salure. Lat. 40°,45', long. 69°, 12'.
—	1 . . P. M.	13 50	10 10	3 80	
—	3 1/2. . . .	12 50	9 »	3 80	
—	5 1/4. . . .	15 »	11 »	3 70	
—	7 . . P. M.	15 25	12 50	3 68	
21 juin.	6 . . A. M.	12 50	11 25	3 70	
—	8 1/2. . . .	13 »	11 50	3 55	
—	10	14 »	12 »	3 60	
—	Midi. . . .	16 »	14 »	3 60	Lat. 41°,31'. long. 63°,33', Parcours de 260 milles
—	3 1/2. . . .	14 50	15 50	3 70	
—	5 1/2. . . .	16 »	17 »	3 72	Nous sommes sur les bords du *Gulf-Stream*.
—	7	15 »	15 50	3 70	
22 juin.	6 1/2. . . .	12 25	11 »	3 53	
—	10	14 »	12 »	3 70	
—	Midi. . . .	12 »	10 »	3 72	Lat. 42°,57. long. 58°,24', Parcours de 240 milles.
—	3	11 50	9 »	3 75	
—	5 3/4. . . .	9 75	10 »	3 77	
—	7 1/2. . . .	9 75	10 »	3 77	
23 juin.	6 . . A. M.	8 50	9 »	3 70	Le salomètre se casse.
—	Midi. . . .	» »	» »	» »	Nous sommes par lat. 44°,29', et long. 53°. Distance parcourue, 250 milles.

VII. — *Salure maritime de New-York au Hâvre, à bord du steamer* Wanderbilt (*juillet* 1859).

Parti le 16 juillet de New-York, j'arrivai le 20 du même mois en vue et au sud-est de Terre-Neuve, où la cassure de mon salomètre avait, l'année précédente, interrompu mes observations.

DATES.	HEURES.	TEMPÉRATURE de l'air.	TEMPÉRATURE de l'eau.	SALURE.	OBSERVATIONS.
		°	°	°	
20 juillet	. . . . .	» »	12,»	3,82	En vue et au sud-est de Terre-Neuve.
—	. . . . .	11 10'	11 50	3 50	En vue et à 5 ou 6 milles Est du cap *Race*. Ainsi c'est à 15 ou 18 milles de distance qu'une différence de 0°,32 s'est opérée dans la salure.
21 juillet	6 1/2 A. M.	» »	12 »	3 70	
—	Midi. . . .	» »	11 »	3 65	48°,00' lat., 48°,21' long.
—	7 . . P. M.	» »	11 70	3 65	
22 juillet	Midi. . . .	» »	19 »	3 70	49°,08' lat., 40°,25' long.
23 juillet	Midi. . . .	» »	16 »	3 75	50°,00' lat., 32°,19' long.
24 juillet	Midi. . . .	» »	» »	» »	50°,25' lat., 24°,10' long.
—	1 . . P. M.	» »	16 50	3 75	
25 juillet	Midi. . . .	» »	» »	» »	50°,02' lat., 16°,01' long.
—	4 . . P. M.	» »	16 50	3 90	
26 juillet	7 . . A. M.	» »	19 »	3 80	Arrivée aux *Needles* à 6 heures et 1/2.
—	Midi. . . .	» »	19 50	3 85	49°,50' lat., 7°,45' long.
—	4 1/2 P. M.	» »	20 »	3 70	Première vue des côtes d'Irlande, la côte d'Angleterre étant visible depuis 2 heures.
—	7 . . P. M.	» »	19 70	3 90	A la hauteur du cap Lézard et entrée de la Manche.
27 juillet	6 . . A. M.	» »	18 50	3 75	En vue du canal de l'île de Wight, d'où le *Wanderbilt* est arrivé à Coves, à 7 h 1/2.
—	10 . A. M.	» »	19 50	3 60	Retour en pleine Manche, et à 1/4 de la distance de l'île de Wight au Hâvre.
—	Midi. . . .	» »	16 50	3 70	
—	2 1/2 P. M.	» »	18 »	3 75	En vue du Hâvre.
			20 50	3 60	Devant le port, à marée basse, en dehors de la zone verdâtre marquant les eaux douces de la Seine.
			21 »	3 65	Dans le port et dans le bassin de retenue.

VIII. — *Salure maritime, de Southampton à New-York, à bord du steamer* Wanderbilt (*novembre* 1858).

Dates.	Heures.	Degré de salure.	OBSERVATIONS.
		°	
4 novembre.	»	3,50	Au port de Southampton.
	3 P. M.	3,75	Dans la Manche.
5 novembre.	8 A. M.	3,70	
	Midi.	3,80	Lat. 49°,50', long. 8°,30', de Greenwich.
6 novembre.	8 A. M.	3,70	
	Midi.	3,70	Lat. 50°,10', long. 16°,54'.

Dates.	Heures.		Degré de salure.	OBSERVATIONS.
			°	
7 novembre.	Midi.		3,82	Lat. 49°,08′, long. 24°,45′.
8 novembre.	Midi.		3,85	
9 novembre.	Midi.		3,70	Lat. 49°,12′, long. 39°,07′.
10 novembre.	Midi.		3,75	Lat. 48°,27′, long. 43°,55′.
11 novembre.	8	A. M.	3,60	
	Midi.		3,55	Lat. 47°,03′, long. 50°,54′.
	4	P. M.	3,58	
	8.		3,55	En vue du phare du cap *Race*.
12 novembre.	8	A. M.	3,65	
	Midi.		3,72	
13 novembre.	8	A. M.	3,86	
	Midi.		3,82	Lat. 42°,16′, long. 61°,46′.
14 novembre.	8	A. M.	3,70	
	Midi.		3,70	Lat. 40°,46′, long. 68°,08′.
15 novembre.	7 1/2	A. M.	3,87	
	9 1/2.		3,89	La salure augmente aux approches de la baie de New-York, par suite d'un remou occidental du *Gulf-Stream*, dont la salure se développe dans le même sens.
	10 1/2.		3,90	
	11 1/2.		3,80	
	1	P. M.	3,20	En approchant du premier fanal.
			3,20	En passant les *Narrows*.
			0,90	A New-York, au débarcadère du *Wanderbilt*.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Anca :

Note sur deux nouvelles grottes ossifères découvertes en Sicile; par M. Anca.

Beaucoup de grottes contenant des ossements fossiles existent en Sicile ; mais celles que les savants ont explorées et étudiées jusqu'à présent sont au nombre de six, dont trois dans le bassin de Palerme, connues sous le nom de grottes de *San-Ciro*, près *Mare-Dolce*, *Olivella* et *Billiemi*, une près de *Carini*, dans la *Montagna lunga*, dite *Grotta di Maccagnone*, deux près de Syracuse appelées *Grotta Santa* et *Mandra dei Cappuccini*.

A ces six grottes on doit en ajouter deux autres que j'ai découvertes en 1859.

Cette découverte mérite l'attention des géologues et des amateurs de la science paléontologique.

La première de ces grottes se trouve à Mondello à l'extrémité nord du *Monte Gallo*, tout près de Palerme. Elle porte le nom de *Grotta Perciata* (Percée), parce qu'elle est trouée du sud au nord. On connaissait cette grotte pour contenir des coquillages fossiles marins et terrestres. Après avoir fait exécuter des excavations, je suis parvenu à retrouver beaucoup de restes d'animaux herbivores des genres *Cervus*, *Equus* et *Sus*. J'ai recueilli aussi, mêlés aux os, des silex et des agates ayant la forme d'armes, ce qui fait croire qu'ils sont des restes de l'industrie humaine.

La deuxième et très intéressante grotte existe dans la partie nord de la Sicile, à moitié chemin entre Palerme et Messine, près du village *Acqua-Dolce*, et précisément au pied du *Monte San-Fratello;* elle est connue sous le nom de *Grotta San-Teodoro*.

J'ai été assez heureux pour découvrir dans cette grotte un riche dépôt d'ossements fossiles, parmi lesquels, pour la première fois, des mâchoires entières avec leurs dents molaires et canines, et des os longs appartenant à des animaux carnivores. Jusqu'à présent on n'avait pu acquérir la certitude de l'existence de ces mammifères fossiles en Sicile.

On peut regarder ce dépôt comme séparé en deux couches; la première, supérieure et dans la partie antérieure de la grotte, qui contient des ossements appartenant aux animaux herbivores où il y a en grande quantité le genre *Cervus* et où l'on trouve des silex en forme d'armes; la seconde, inférieure et dans la partie postérieure de la grotte, contient des ossements appartenant à des mammifères herbivores de grosse taille et à des animaux carnivores; on n'y rencontre pas de silex.

Je crois avoir reconnu que les ossements des animaux gisant dans la première couche appartiennent presque généralement au genre *Cervus*, quelques débris seulement appartenant aux genres *Equus* et *Sus*. Les animaux qui se trouvent dans la seconde couche ont dû appartenir aux genres *Elephas*, *Sus*, *Bos*, *Cervus*, *Canis*, *Ursus*, *Hyena*. Enfin j'ai retrouvé aussi des os de mammifères très petits appartenant peut-être également à des carnivores.

Je me borne à annoncer pour le moment ces intéressantes découvertes, me réservant de présenter très prochainement, après de nouvelles études et comparaisons, un travail plus étendu, dans lequel je donnerai la description des deux grottes et la classification exacte des animaux auxquels appartiennent les ossements que j'ai trouvés.

Séance du 18 juin 1860.

PRÉSIDENCE DE M. LEVALLOIS.

M. Ch. Laurent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Bernardi, directeur du *Journal de conchyliologie*, rue Lepelletier, 19, à Paris, présenté par MM. Deshayes et Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, mai 1860.

De la part de M. Jules Michel, *Étude sur la navigation du Danube* (extr. du *Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, t. V, n° 39), in-8, 18 p., 1 pl. Lausanne, 1856.

De la part de M. le docteur J.-B. Noulet, *Sur un dépôt renfermant des restes d'animaux éteints, mêlés à des cailloux façonnés de main d'homme, découvert à Clermont, près de Toulouse (Haute-Garonne)* (extr. des *Mém. de l'Acad. imp. des sc. de Toulouse*, 5e sér., t. IV, p. 265), in-8, 20 p.

De la part de M. Charles Ménière, *Observations sur d'anciens gîtes métallifères de l'Anjou, suivies d'une étude sur les lignites et le fer sulfuré* (extr. des *Mém. de la Soc. acad. d'Angers*, vol. VIII), in-8, 24 p.

De la part de M. Josiah R. Cooke, jun., *Crystalline form not necessarily an indication of definite chemical composition* (from the *Philosoph. Magaz.* for june 1860), in-8, 12 p.

De la part de M. G. Schwartz von Mohrenstern, *Ueber die Familie der Rissoiden und insbesondere die Gattung Rissoina* (aus dem *XIX Bande der Denkschr. der Math.-Naturw. Cl. der K. K. Akad. der Wissensch. Wien*, 1860), in-4, 120 p., 11 pl.

De la part de M. Ferd. Stoliczka, *Uber eine der Kreide-*

formation angehörige süsswasserbildung in den nordöstlichen Alpen (aus dem *XXXVIII, s.* 482, *des Jahrg.* 1859 *der Sitzungsb. der Math.-Naturw. Cl. der K. K. Akad. der Wissensch. in Wien*, 1860), in-8, 17 p., 1 pl.

De la part de M. le prof. Ed. Suess, *Ueber die Wohnsitze der Brachiopoden* (aus dem *XXVIII und XXXIX Bande*, 1859, *der Sitzungsb. der Math.-Naturw. Cl. der K. K. Akad. der Wissensch. in Wien*, 1860), in-8, 122 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1860, 1er semestre, t. L, nos 23 et 24.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. XIX, nos 112 et 113, avril et mai 1860.

L'Institut, nos 1379 et 1380, 1860.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 137, 13e année, mai 1860.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, n° 5, mai 1860.

Résumé des observations recueillies en 1859 *dans le bassin de la Saône par les soins de la Commission hydrométrique de Lyon.*

Bulletin de la Société de statistique, des sciences naturelles et des arts industriels du département de l'Isère, 2e sér., t. V, livrais. 1 et 2, 1860.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1858-1859.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. VI. — *Bulletins*, nos 45 et 46, décembre 1859 et mars 1860.

The Athenæum, nos 1702 et 1703, 1860.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de Leonhard et Bronn, 1860, 2e cahier.

Revista minera, t. XI, n° 241, 1er juin 1860.

The Canadian Journal of industry, science and art, may 1860.

Annual report of the superintendent of the geological Survey of India. Calcutta, 1858-1859, in-8, 9 p., 1 pl.

Réunion extraordinaire de 1860. — M. le Président annonce que dans sa dernière séance le Conseil, après examen, aux termes du Règlement, des diverses propositions faites,

s'est décidé à proposer Besançon pour le lieu de la Réunion extraordinaire de 1860.

La Société adopte à l'unanimité Besançon pour la Réunion extraordinaire de 1860. La première séance aura lieu le dimanche 9 septembre prochain.

M. Anca fait la communication suivante :

Note sur la découverte en Sicile de deux nouvelles grottes à ossements fossiles ; par M. F. Anca (Pl. X et XI).

Beaucoup de grottes contenant des ossements fossiles existent en Sicile. Les historiens du pays, en décrivant les époques fabuleuses, ont signalé ces grottes comme étant les tombeaux des géants et des cyclopes, premiers habitants de l'île, croyance que professaient encore les savants du XVIe siècle, mais qui a été détruite par les paléontologistes qui y ont reconnu l'existence d'os fossiles d'animaux.

Les grottes que les savants ont explorées et étudiées en Sicile jusqu'à ce jour sont au nombre de six ; c'est-à-dire, trois dans le bassin de Palerme, connues sous le nom de grottes *San-Ciro*, près de *Mare-Dolce*, *Olivella* et *Billiemi* ;

Une près de la ville de Carini dans la *Montagna lunga*, dite *grotta Maccagnone* ;

Et deux près de Syracuse appelées *Grotta Santa* et *Mandra dei Cappuccini*.

A ces six grottes on doit en ajouter deux autres, que je viens de découvrir en 1859, grottes que ni les anciens ni les modernes n'ont jamais signalées comme contenant des ossements fossiles. Cette découverte mérite toute l'attention des géologues et des paléontologues.

La première de ces grottes se trouve à Mondello, à l'extrémité nord du Monte Gallo.

Elle porte le nom de *Grotta Perciata* (Percée), parce qu'elle est trouée des deux côtés ; on croyait communément qu'elle ne contenait que des coquilles fossiles terrestres et marines. Cependant, après avoir fait exécuter des excavations, je suis parvenu à découvrir des restes fossiles d'animaux herbivores, mêlés avec des silex et des agates ayant la forme d'armes, qu'on peut supposer avoir appartenu à l'industrie humaine.

La deuxième et très intéressante grotte existe dans la partie

nord de la Sicile, à moitié chemin entre Palerme et Messine, et précisément au pied du Monte San-Fratello; elle est connue sous la dénomination de *Grotta San-Teodoro.*

J'ai découvert dans cette grotte un riche dépôt d'ossements fossiles d'animaux herbivores et carnivores, et j'y ai trouvé en même temps une grande quantité d'armes en pierres, dont quelques-unes d'une forme telle qu'il n'y a aucun doute qu'elles ne soient l'ouvrage de l'homme.

Mais ce qu'il y a d'intéressant dans cette découverte c'est, premièrement, d'avoir trouvé des mâchoires entières avec leurs dents molaires et canines appartenant à des carnassiers, car jusqu'à ce jour on n'avait pu acquérir la certitude de l'existence de ces mammifères fossiles en Sicile. En effet, les renseignements qui nous sont fournis à ce sujet par les auteurs qui ont traité de ces matières sont forts restreints. Dans les études sur les ossements fossiles de *San-Ciro*, l'abbé Scinà ne nous signale l'existence que de quatre dents canines, dont deux seulement qu'il crut appartenir au genre *Canis*, les deux autres étant indéterminables parce qu'elles étaient brisées et déformées (1). M. Pentland n'a point été plus heureux que Scinà, car, en donnant la classification générique des ossements fossiles trouvés dans les grottes des environs de Palerme, il ne cite qu'un os de métacarpe qu'il pensa appartenir à l'*Ursus cultridens* ou *etruscus* (2). Postérieurement, M. Desnoyers, dans son mémoire sur les cavernes à ossements, en énumérant les animaux fossiles de la Sicile, fait mention d'un *Canis* trouvé dans la caverne de Palerme, et d'un *Ursus* ou d'un *Canis*, dans celle de Syracuse, espèces l'une et l'autre indéterminées (3).

Enfin, M. Falconer, dans sa note insérée dans le *Journal du commerce*, Palerme, 17 mai 1859, annonce l'existence de *Felis*, Hyène, *Ursus*, dans les grottes de Palerme; mais il déclare que l'absence de dents molaires ne lui permet pas d'en déterminer avec certitude les espèces.

---

(1) *Rapporto delle ossa fossili dei contorni di Palermo*, 1831, p. 53.

(2) *Note contenant la détermination des ossements fossiles des cavernes voisines de Palerme*, par M. W. Pentland; cette note fait suite à la traduction de la *Relation* de M. Turnbull Christie, publiée dans les *Annales des sciences naturelles* de février 1832.

(3) *Recherches géologiques et historiques sur les cavernes, particulièrement sur les cavernes à ossements de mammifères fossiles*, par M. J. Desnoyers. (Extrait du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, 1845, p. 41.)

Or, la nombreuse collection de mâchoires garnies de dents molaires et canines, que je viens de réunir, en même temps qu'elle enlève les doutes qu'on avait sur l'existence fossile de ces mammifères en Sicile, rend désormais facile la détermination des genres et des espèces d'animaux auxquels ils appartiennent.

La seconde découverte, aussi intéressante que la première, c'est d'avoir trouvé un morceau de molaire appartenant à l'*Elephas africanus?*. L'existence de cet animal en Sicile nous serait confirmée par un autre morceau de molaire de la même espèce trouvé dans la grotte de l'*Olivella*, mêlé aux os d'Hippopotame.

DESCRIPTION DES GROTTES.

De la grotta Perciata près Palerme.

Le Monte Gallo existe à 2 lieues N.-O. de la ville de Palerme. Cette montagne, tout à fait isolée, est d'une forme oblongue dans la direction du nord au sud ; par son côté oriental, elle regarde la plaine *dei Colli*, et par son côté occidental, la mer.

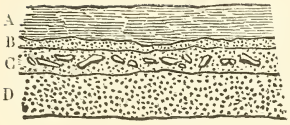
La formation géologique de cette montagne est tout à fait identique avec celle des autres montagnes qui entourent le bassin de Palerme, c'est-à-dire de calcaire hippuritique (calcaire magnésien de Hoffmann), à la base duquel on reconnaît la formation pliocène et le conglomérat récent.

La grotte dont nous nous occupons se trouve à l'extrémité nord, et son embouchure, par une dépression de cette partie de la montagne, est exposée au sud. Son élévation au-dessus du sol n'est pas de plus de 3 mètres, et du niveau de la mer elle est presque de 55 mètres. Son entrée ressemble à un ovoïde couché ayant en largeur $2^m,80$ et en hauteur au centre $1^m,70$. De là on descend par un couloir entièrement excavé dans le calcaire qui va aboutir à une grotte exposée au N.-E. dont la longueur est de $24^m,20$ du fond jusqu'au bord du talus, et la largeur à ce point de $30^m,30$.

L'élévation au-dessus de la mer est de 49 mètres, et sa distance en ligne droite du rivage de $167^m,50$.

Cette grotte était bien connue des naturalistes comme contenant en abondance des coquilles terrestres et marines fossiles; mais on ne soupçonnait pas qu'elle renfermât aussi des ossements fossiles.

Les recherches faites par moi nous donnent en résultat la coupe suivante :



0m,50 Terre sablonneuse.
0m,10 Terre cendreuse.
0m,40 Couche ossifère, avec silex.
0m,50 Sable argileux rougeâtre.

Cette coupe nous fait connaître qu'en A jusqu'à 0m,50 de profondeur il y a une terre sablonneuse contenant des coquilles terrestres et marines, comme celles dont est jonchée la surface du sol.

En B et par 0m,10 il y a une couche de terre cendreuse très compacte, contenant des coquilles terrestres et quelques petits ossements brisés qui happent à la langue, et qu'on a reconnus pour fossiles. En même temps, on a été surpris d'apercevoir, disséminés dans cette couche, quelques rares silex taillés en forme d'armes.

En poursuivant les explorations en C, on a trouvé des ossements fossiles mêlés aux coquilles terrestres et à des silex taillés.

Enfin, en D, et sur une épaisseur de 0m,50, il n'y a que du sable argileux, rougeâtre, dépourvu de tout corps organique.

Seulement, dans une des excavations qui ont été pratiquées, j'ai trouvé dans cette couche D du sable argileux, rougeâtre, deux coquilles marines univalves, des genres *Murex* et *Fusus*.

Quoique les ossements fussent tous brisés, néanmoins on en a ramassé une quantité suffisante pour pouvoir déterminer le genre des animaux auxquels ils appartiennent.

Près de cette grotte, du côté de la mer vers l'ouest, il y a une autre grotte plus spacieuse et plus profonde, fermée à son entrée par un mur sec, derrière lequel on voit une petite couche très restreinte contenant des ossements fossiles, mêlés à des coquilles et à des silex semblables à ceux de la première grotte. Le sol de la partie centrale en est concave, car les paysans, en en grattant la surface pour ramasser l'engrais déposé par les animaux, ont excavé le sol, et mis à découvert la couche de sable argileux rougeâtre. Seulement, il reste à faire remarquer que dans l'une et l'autre grotte on a trouvé de petits ossements appartenant aux batraciens et aux oiseaux.

Liste des animaux fossiles de la Grotta Perciata.

MAMMIFÈRES.

Ruminants.	*Cervus*, une ou deux espèces.
Pachydermes.	*Sus scrofa ?*.
Solipèdes.	*Equus asinus ?*.
Rongeurs.	*Lepus*,

Batraciens.	Crapaud.
Oiseaux.	Petite espèce indéterminée.

COQUILLES.

Marines.	*Patella ferruginea* ou *Lamarcki*, Peyrodet.
	— *vulgata*.
	Monodonta fragoroides.
	Murex brandaris, Linn.
	Fusus?.
Terrestres.	*Helix aspersa*, Müll.
	— *Mazzulli*, Bossmass.
	— *vermiculata*, Müll.
	Bulimus decollatus, Linn.

De la grotta San-Teodoro.

La grotta de San-Teodoro existe, comme il a été dit, dans la partie nord de la Sicile, près du village *Acqua-Dolce*, et précisément au pied du Monte San-Fratello, au-dessus duquel est située la ville portant le même nom. Elle a son ouverture exposée au N.-E., est élevée de 65 mètres au-dessus du niveau de la mer, et se trouve à 1041 mètres de distance du rivage.

Suivant une ancienne tradition, elle aurait été habitée par le saint dont elle porte le nom, et le peuple pieux y aurait bâti une église pour sa vénération. Un mur qui ferme l'entrée et d'anciennes constructions en pierre et en chaux dans l'intérieur pourraient faire croire à la réalité de cette tradition, quoique rien qui y ait rapport ne soit mentionné dans l'histoire du pays.

Cette grotte pénètre de 70 mètres en longueur dans l'intérieur de la montagne depuis le mur d'entrée jusqu'au fond, et elle a 19 mètres de largeur au milieu; mais cette largeur change dans toute son étendue, comme on peut le voir à la planche X, fig. 2. La voûte est élevée, tout échancrée et on y voit très peu de stalactites. Il n'y a pas d'indice apparent de cheminée aboutissant à l'extérieur de la montagne.

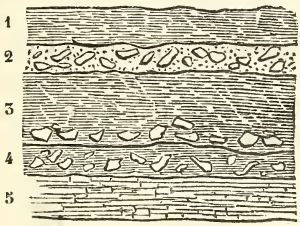
Le sol de la grotte à partir du mur d'entrée jusqu'au fond s'élève de $10^{m},80$, ce qui dépend principalement de l'agglomération des fragments de roche tombés de la voûte dans la partie postérieure de la grotte même (pl. X, fig. 2 et 3).

La roche dont le Monte San-Fratello se compose appartient au calcaire hippuritique, de même que les montagnes du bassin de Palerme. A la base de la colline, à 97 mètres seulement du rivage et à 10 mètres au-dessus de la mer, on voit un calcaire

appartenant probablement à la formation post-pliocène, n'ayant trouvé pour déterminer cette formation qu'un fragment de *Pecten*.

Je décrirai en détail les explorations et les recherches faites dans l'intérieur de cette grotte, supposant que cela pourra donner des lumières pour la solution du problème très difficile de déterminer l'époque des deux dépôts.

Les premières recherches ont été faites à 10 mètres du mur d'entrée, et précisément au point le plus étroit, qu'on peut regarder comme la véritable ouverture de la grotte. Dans cet endroit, et juste au milieu, on a creusé un fossé de $3^m,50$ de profondeur, sur 6 mètres de long et 4 mètres de large. Voici la coupe.



1 $0^m,40$ Terre de transport.

2 $0^m,30$ Couche ossifère, avec silex.

3 $1^m,80$ Terre avec fragments de calcaire au fond.

4 $0^m,50$ Terre avec fragments de calcaire et dents d'*E. africanus*.

5 $0^m,50$ Terre avec fragments de calcaire sans corps organisés.

A partir de la surface du sol jusqu'à $0^m,40$ de profondeur, il n'y a que de la terre de transport composée de sable argileux.

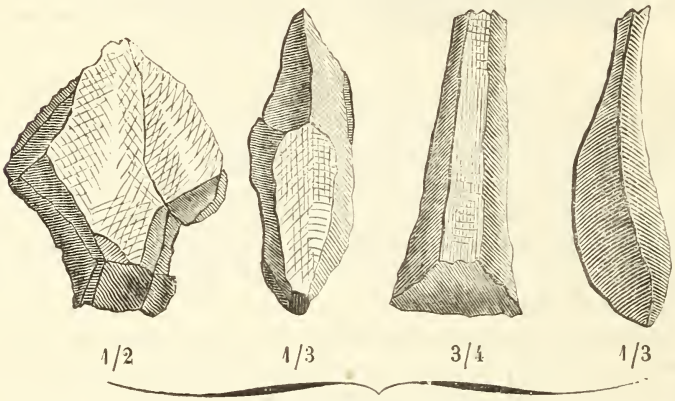
Ensuite, et sur $0^m,30$ d'épaisseur, on trouve une couche de terre de composition semblabe à la première, contenant des fossiles mêlés à des armes en pierre. L'inclinaison de cette couche est environ de 30 degrés au nord. Sa partie supérieure est très compacte, par suite de l'infiltration du spath calcaire déposé par les eaux stalactitiques.

Après cela, sur $1^m,80$ d'épaisseur, il y a une couche identique avec la première; seulement, à sa base, on trouve de gros fragments de calcaire tombés probablement de la voûte.

En dessous et sur $0^m,50$, des fragments de calcaire parmi lesquels on a trouvé un morceau de dent tout à fait usée, qu'on croit appartenir à l'*Elephas africanus?* (pl. XI, fig. 5), la partie antérieure articulée d'un *calcaneum* d'*Elephas*, de petits os appartenant aux animaux des genres rongeurs et batraciens, trois coquilles marines, une du genre *Ostrea*, les deux autres du genre *Cardium*, trois coquilles terrestres du genre *Helix*, pas de silex. Enfin plus bas, et sur $0^m,50$ d'épaisseur, on trouve de la terre et des fragments de calcaire, mais point de corps organiques.

N'espérant pas trouver sur ce point des objets nouveaux, on a porté les recherches au pied d'un grand bloc calcaire dont il y a à côté des constructions en pierre et chaux (pl. X, fig. 2 B). Le sol, dans cet endroit, s'élève de $1^m,60$ au-dessus du niveau de celui où a été fait le premier fossé. Ici la couche ossifère se montre presque à $0^m,10$ de profondeur, mais avec la même inclinaison que la première, ce qui fait supposer qu'elle est une prolongation de celle que nous connaissons déjà ; en effet, on y a trouvé des os appartenant aux mêmes espèces d'animaux, mêlés aux armes en pierre.

Les ossements ramassés dans cette première zone ont été reconnus appartenir en général aux animaux des genres *Cervus*, *Equus*, *Sus*. Les armes en pierre sont composées de roches appartenant aux phonolithes et aux trachytes dont les formes très variées ne laissent aucun doute sur leur origine, et on peut avec certitude les regarder comme des restes de l'industrie humaine, ainsi qu'on peut l'observer en voyant les figures suivantes.



J'étais bien étonné de ne pas avoir vu jusqu'à ce moment des ossements appartenant à l'Hippopotame, tandis qu'en montant le talus, qui conduit à la grotte, j'en avais ramassé à la surface du sol cultivé une certaine quantité, presque pétrifiée et de couleur grisâtre. La surprise était d'autant plus grande que, ni dans le talus, ni aux environs, on n'avait aperçu de brèches osseuses, comme on les voit à San-Ciro près Mare-Dolce, à Billiemi et à Maccagnone. Leur présence pourrait donner le moyen d'expliquer

ce phénomène, en faisant supposer que les ossements, dégagés de la brèche par l'action constante et prolongée des vagues de la mer, avaient été ensuite déposés sur le talus. Mais cette hypothèse même ne pourrait pas d'ailleurs être admise, en raison de l'intégrité des bords et des parties saillantes des ossements mêmes.

Poussé donc par l'envie de résoudre le problème, je portai mes investigations des deux côtés et derrière le bloc calcaire (pl. X, fig. 2 B). En commençant du côté droit, le sol descend de $1^m,30$ pour former un large fossé de 10 mètres de diamètre (fig. 2 C), excavation faite probablement pour l'extraction des engrais déposés par les animaux qu'on y conduit dans l'hiver. N'ayant rien trouvé de ce côté-là, et ayant remonté vers les limites où sont amassés de gros morceaux de calcaire, qui s'étendent jusqu'au fond de la grotte (fig. 2 et 3), nous allâmes faire nos recherches du côté gauche du bloc. On ne fut pas plus heureux ici que de l'autre côté. Le sol descend de 2 mètres jusqu'à la paroi de la grotte, où tout était bouleversé, remué, et rempli de pierres; cependant dans sa partie extrême on aperçut une petite ouverture très basse (pl. X, fig. 2 D). On déplaça les décombres qui obstruaient le passage, et par une petite ouverture de $2^m,40$ de longueur et de 1 mètre de hauteur à sa partie extrême postérieure, on entra dans une petite grotte, véritable tanière de bêtes sauvages, et dont les dimensions sont :

Longueur	$3^m,20$
Largeur	$4^m,40$
Hauteur du milieu.	$1^m,40$

Le sol de cette petite grotte était entièrement remué; seulement il y avait un coin intact en entrant à droite. Là, presqu'à $0^m,10$ au-dessous de la surface, on a ramassé un certain nombre de mandibules avec leurs dents canines et molaires, et des os longs, bien faciles à reconnaître comme appartenant à des animaux carnassiers (pl. XI). On a trouvé aussi des morceaux de mâchoires avec leurs dents et des cornes appartenant à des Cerfs, quelques-unes de celles-ci attaquées par les dents des carnivores. En sortant, tout près de l'entrée existait une forte quantité de coprolithes appartenant aux Hyènes.

En poursuivant les recherches du côté gauche de la grotte, tout le long de la paroi, entre 37 et 44 mètres de distance du mur, j'ai trouvé presqu'à la surface deux mâchoires inférieures avec leurs

troisièmes molaires appartenant à l'*Elephas antiquus?* (pl. XI), une défense et des os courts d'*Elephas*, deux mâchoires inférieures et des dents molaires supérieures et inférieures du genre *Equus*, deux tibias entiers, un calcanéum, deux astragales, des dents et des os appartenant au genre *Bos*. On voit que les astragales ont été attaqués par les dents des carnivores. On trouve aussi des dents molaires, des défenses et des os appartenant au genre *Sus*, et d'autres appartenant au genre *Cervus* avec un grand nombre de bois de *Cerf*, dont beaucoup portent l'empreinte des dents des carnassiers. Dans ce même endroit j'ai trouvé des coprolithes de carnivores, et en même temps des corps d'une forme ressemblant aux coprolithes, d'une couleur blanchâtre, très légers, et qu'on m'assure se trouver dans les intestins d'*Elephas* et que pour le moment je m'abstiens de déterminer.

Après tout ce que je viens d'exposer, il me semble qu'on peut en conclure que la grotta di San-Teodoro contient deux dépôts ossifères bien distincts par leur position, par la diversité des animaux qu'on y trouve, et par la présence dans l'un des deux dépôts des armes en pierres, de sorte que ces deux dépôts semblent probablement appartenir à deux époques géologiques différentes.

Il n'est pas sans intérêt de présenter aussi une observation ressortissant d'un fait, qui est de nature à pouvoir faciliter la fixation de l'époque géologique de ces dépôts.

Les armes en pierres ont été jusqu'à présent trouvées en Sicile, uniquement sur les points où l'on découvre des restes de *Cervus* et de *Sus*, et manquent absolument partout où ces restes ne se montrent pas, ou bien où ils se présentent en quantité fort minime. La première découverte de ces armes a eu lieu en Sicile, dans la grotte Maccagnone, par M. Falconer et le professeur Porcari et moi-même, dans le mois de mars 1859, époque à laquelle on a trouvé à l'entrée de la grotte une couche d'os de *Cervus* que recouvrait un très riche dépôt d'ossements d'Hippopotames. Ensuite les armes en pierre ont été également trouvées dans la grotta Perciata et dans celle de San-Teodoro où existe en abondance le genre *Cervus* et *Sus*. Mais au contraire, dans les grottes de San-Ciro, Belliemi et Olivella, où l'on ne trouve presque pas d'ossements du genre *Cervus*, on n'y voit pas non plus d'armes en pierre.

Nous soumettons ces observations au jugement des savants géologues et paléontologues, afin qu'ils puissent en tirer telles inductions qu'ils croiront convenables.

La très riche collection faite par moi me permet de présenter la liste des animaux fossiles de la grotte de San-Teodoro. J'ai

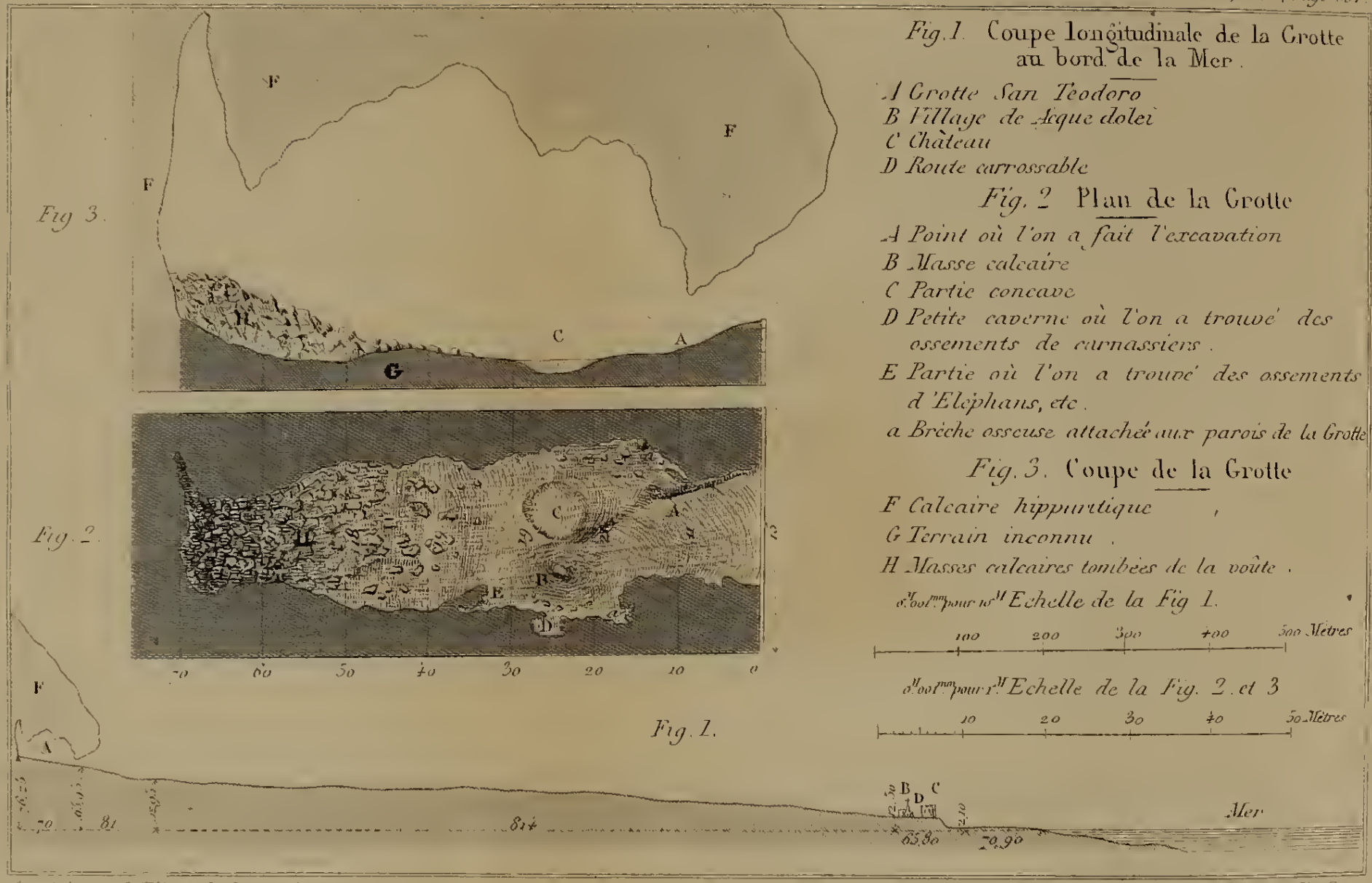


Fig. 1. Coupe longitudinale de la Grotte au bord de la Mer.

A Grotte San Teodoro
B Village de Acque dolci
C Château
D Route carrossable

Fig. 2 Plan de la Grotte

A Point où l'on a fait l'excavation
B Masse calcaire
C Partie concave
D Petite caverne où l'on a trouvé des ossements de carnassiers.
E Partie où l'on a trouvé des ossements d'Eléphans, etc.
a Brèche osseuse attachée aux parois de la Grotte

Fig. 3. Coupe de la Grotte

F Calcaire hippuritique
G Terrain inconnu.
H Masses calcaires tombées de la voûte.

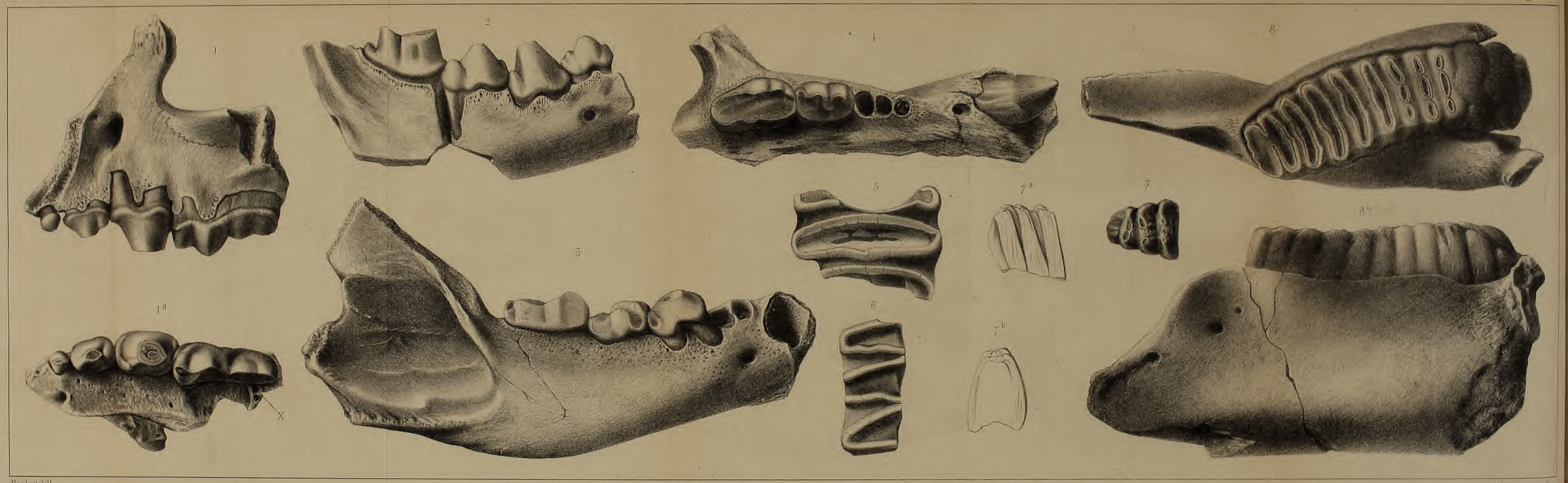
0m001mm pour 1m Echelle de la Fig 1.

100 200 300 400 500 Mètres

0m001mm pour 1m Echelle de la Fig. 2 et 3

10 20 30 40 50 Mètres

Gravé chez Avril fres, rue des Bernardins 18 Lith. Kaeppelin Paris



Humbert del.t — Lith. Becquet frères Paris

1, 1a 2, 3. HYÆNA CROCUTA. 4. URSUS ....? 5, 6. ELEPHAS AFRICANUS. 7, 7a 7b ELEPHAS AFRICANUS ? 8, 8a ELEPHAS ?

été aidé dans la détermination des espèces par la bienveillance de M. Lartet, à qui je rends un public témoignage de reconnaissance.

Liste des animaux fossiles de la grotte San-Teodoro.

Carnassiers.	Hyène tachetée.
	Ursus se rapprochant de l'Ours brun des Alpes (*Ursus arctos*)?
	Canis lupus.
	— *vulpes*, espèce plus petite que celle de France.
Rongeurs.	Porc-épic.
	Lepus cuniculus.
Pachydermes.	*Elephas antiquus?.*
	— *africanus?.*
	Hippopotamus, une ou deux espèces.
	Sus, probablement *Sus scrofa*, ressemblant au *Sus* du nord de l'Afrique.
Solipèdes.	*Equus asinus?.*
Ruminants.	Bœuf, taille moyenne.
	— plus petit et très élancé.
	Cervus, une ou deux espèces.
	Mouton ou autre ruminant voisin.
Batraciens.	Grand Crapaud.
Oiseau.	Espèce indéterminée.

COQUILLES.

Terrestres.	*Helix aspersa*, Müll.
Marines.	*Ostrea larga?.*
	Cardium edule, Linn.

Je me borne à annoncer, pour le moment, ces intéressantes découvertes, me réservant de présenter par la suite un travail plus complet à ce sujet.

Explication de la planche XI.

Fig. 1. — Maxillaire supérieur du côté gauche d'Hyène, montrant les quatre molaires d'un individu adulte vues par la face externe, avec partie de l'orbite et trous sous-orbitaires, le tout semblable à ceux que l'on a pu comparer dans la Hyène tachetée d'Afrique (*H. crocuta*).

Fig. 1 *a*. — Même morceau vu par la face palatine. Le tubercule antérieur de la *carnassière* a été cassé ou oblitéré par la détrition. En dedans du lobe postérieur de cette dent, on aperçoit en *x* les deux alvéoles d'une *tuberculeuse* biradiculée ou à racine

bifide, ce qui arrive quelquefois dans la *H. crocuta*, chez laquelle la couronne de cette dent rudimentaire n'offre pas non plus un contour régulier, tandis que dans les fragments de la *H. spelæa* où la tuberculeuse a été observée en place, la couronne de cette dent est ronde et plantée dans une alvéole unique par une racine non bifurquée, caractère auquel de Blainville et d'autres paléontologistes ont attribué une valeur spécifique décisive.

Fig. 2. — Portion de mandibule du côté droit de la même espèce d'Hyène, présentant, vue du côté externe, quatre mâchelières non usées, et dans lesquelles on retrouve assez bien la forme et les proportions des dents homologues de la *H. crocuta*.

Fig. 3. — Autre demi-mandibule droite, laissant voir l'alvéole de la canine, celle d'une prémolaire tombée, et les trois dernières mâchelières en place avec leurs couronnes externes en partie détruites. Dans ce morceau, on peut se rendre compte de la position du trou mentonnier et de la hauteur du condyle par rapport au niveau de la ligne alvéolaire.

Ces divers fragments de Hyène proviennent de la grotte San-Teodoro, etc.

Fig. 4. — Mâchelière supérieure droite d'Ours, vue par sa face palatine. La canine et les deux dernières mâchelières sont restées en place, et l'on voit dans l'intervalle les alvéoles vides ou les racines cassées des trois prémolaires que l'animal avait conservées, bien qu'il fût parvenu à un âge avancé, comme on peut en juger par l'usure de ses molaires, par les dimensions bien moindres et par la persistance des prémolaires. Ce morceau exclut tout rapprochement avec les *grandes* espèces d'Ours des cavernes et parmi les espèces vivantes ; c'est avec l'*Ursus arctos* qu'il offrirait le plus de ressemblance.

Fig. 5 et 6. — Fragment de deux molaires très usées que M. le marquis Strozzi, à qui je les avais montrées en premier lieu, a rapportées à l'Éléphant d'Afrique actuel. Ce rapprochement s'est trouvé confirmé par l'examen qu'en ont fait successivement MM. Lartet et Falconer. Le fragment de la figure 5 provient de la grotte San-Teodoro ; celui de la figure 6 a été trouvé dans la grotte de l'Olivella, mêlé aux os des Hippopotames.

Fig. 7, 7 *a*, 7 *b*. — Portion d'une petite molaire de jeune Éléphant de la grotte San-Teodoro. La hauteur des lames, comparée à leur peu de largeur transverse, avait fait penser à M. Lartet que ce fragment de dent de lait pouvait être attribué à l'*E. antiquus* dont les débris fossiles ont été signalés dans plusieurs localités de la Sicile ; mais à la suite des recherches et comparaisons que M. Falconer et moi avons faites parmi les nombreux matériaux réunis dans les collections du British Museum et du collége des chirurgiens de Londres, M. Falconer s'est déclaré convaincu que cette dent devait être rapportée à l'*E. africanus*, sous la réserve cependant que l'expression de cette détermination serait suivie d'un signe de doute ?.

Fig. 8 et 8 *a*. — Demi-mandibule gauche d'un jeune Éléphant de la grotte San-Teodoro. En se fondant sur la hauteur de la mâchoire, sur le nombre des lames, leur écartement et leur peu de largeur transverse, M. Lartet avait supposé que la molaire ici représentée devait être considérée comme une troisième de lait de l'*E. antiquus*, sans toutefois pouvoir appuyer cette opinion purement conjecturale sur aucun élément direct de comparaison. Mais l'étude que M. Falconer a faite de ce morceau et les recherches comparatives auxquelles il s'est livré dans les collections de Londres lui ont fait reconnaître de nombreux points de ressemblance entre cette dent et son homologue dans l'Éléphant actuel d'Asie (*E. indicus*). Aussi, en attendant que de nouvelles découvertes soient venues faire cesser les doutes que nous laisserait l'attribution de cette pièce remarquable, nous sommes convenus, d'accord en ceci avec M. Lartet, de la figurer sans désignation spécifique.

M. Lartet fait remarquer tout l'intérêt de la communication de M. Anca qui montre le mélange des espèces européennes et africaines.

M. Eugène Deslongchamps présente les dessins d'un magnifique *Teleosaurus* trouvé dans la carrière d'Allemagne, près Caen (Calvados). Il signale les différences caractéristiques qui séparent cette espèce des autres sauriens.

Le Secrétaire donne lecture des trois notes suivantes de MM. Ébray et Michel :

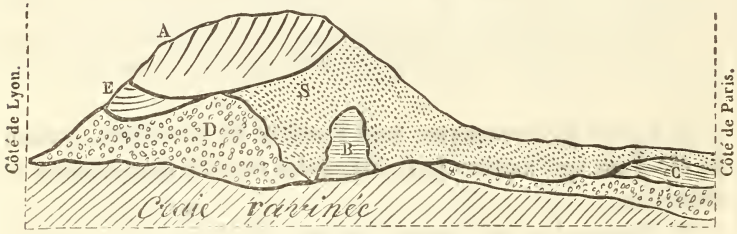
Note sur le mode de formation des poudingues de Nemours ; par M. Th. Ébray.

J'ai prouvé (*Bulletin*, 2e série, t. XVII) que la formation de l'argile plastique dérive d'une grande dénudation qui a embrassé des étendues considérables et que les éléments de cette formation offrent l'aspect d'irrégularité qui se remarque dans toutes les formations tumultueuses. J'ai indiqué cependant, chose qui est en rapport avec l'observation directe, que les gros matériaux doivent occuper la base de la formation, mais que cette disposition est sujette à des exceptions nombreuses dues aux variations de vitesses inhérentes à tous les courants. J'appellerai aujourd'hui l'attention de la Société sur des circonstances particulières qui ont pu contribuer à la formation des poudingues de Nemours.

En examinant les relations stratigraphiques des poudingues de Nemours, on remarque que ces derniers n'existent à la base ou

au milieu de la formation de l'argile plastique, que sur l'affleurement des couches; dès qu'on attaque cette formation dans la profondeur, ou dès qu'elle est recouverte à une certaine distance de son affleurement par un autre étage, les matériaux changent de distribution; ce ne sont plus des poudingues cimentés par un grès lustré, mais un assemblage de matériaux en désordre, comme l'indique le profil ci-contre qui représente la tranchée de Saint-Pierre, près Nemours, nouvellement ouverte par le chemin de fer de Lyon.

Tranchée de Saint-Pierre.



Le massif A appartient au travertin inférieur qui repose du côté de Paris sur des sables ou des grès tendres S, quelquefois pseudo-chlorités (1); en B et C, on voit deux poches irrégulières d'argile; au milieu de la tranchée en D, les silex roulés de la craie mélangés de sables fins remontent presque sous le travertin; plus loin, en E, le travertin repose sur une autre veine d'argile plastique, qui elle-même est supportée par les silex roulés. On conçoit facilement que, si la masse caillouteuse, incohérente, mélangée de sables fins venait à être saisie par les courants, le sable serait en partie enlevé, les silex deviendraient plus nombreux dans la masse, et si, en ce moment, on suppose que ce mélange soit exposé pendant un certain laps de temps aux infiltrations et à l'action de l'air, le tout se consolidera et formera le poudingue.

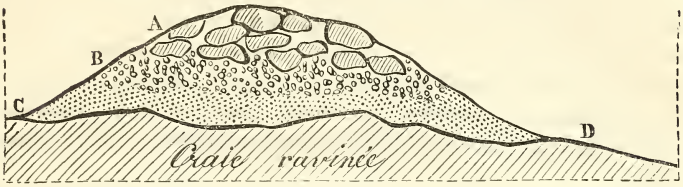
Cette théorie de la formation des poudingues résulte de l'inspection des allures des éléments de l'argile plastique, de l'existence des poudingues seulement sur les affleurements, de leur disparition dans l'intérieur du sol; mais d'autres faits viennent corroborer les conjectures que nous émettons.

---

(1) Ces sables sont, par places, pétris de petits grains noirs, que je distingue des véritables oolithes globuleuses; en examinant ces grains à la coupe, on voit qu'ils résultent de silex pyromaques réduits à des dimensions très petites.

Je me reporte dans une autre tranchée du chemin de fer de Lyon en face de Sancerre et je lève la coupe suivante :

Tranchée de la Roche, près de Sancerre.



A poudingues, B poudingues non agglutinés, C silex disséminés dans une gangue argilo-sablonneuse, D craie ravinée, (épaisseur de cette formation 12 mètres). A la partie supérieure, s'observent des poudingues très durs et composés, comme les poudingues de Nemours, d'une grande quantité de silex de la craie agglutinés par un grès lustré ; en B, on voit les mêmes éléments qu'en A, mais le ciment est encore mou ; en C, le ciment est plus abondant, et les silex ne sont pas attachés à la pâte qui les entoure.

Toute cette formation, que je rapporte à la formation de l'argile plastique, dont la partie la plus supérieure, cependant, a été remaniée par les courants post-tertiaires, repose sur la craie ravinée et altérée.

On prend donc dans cette tranchée la nature sur le fait, et tout porte à croire que le poudingue résulte ici ,comme à Nemours, de l'action prolongée d'infiltrations d'une certaine nature, de l'exposition à l'air et d'un durcissement analogue à celui qui se remarque *dans la prise* des mortiers.

Échantillons envoyés à la Société : 1° poudingue dur de la couche A ; 2° poudingue tendre de la couche B.

Sur une conséquence du principe de la surdissolution ; par M. Th. Ébray.

M'appuyant sur certaines expériences chimiques dont le nombre vient encore d'être augmenté par une citation de M. Fournet (*Bull.*, 2e sér., t. XVII., p. 299), j'ai expliqué comment on peut concevoir la possibilité de la naissance de certains cristaux dans les roches à l'état mou, subsolide ou solide (1).

(1) J'ai expliqué le changement moléculaire de la fonte sous l'influence des vibrations, il y a plusieurs années, dans une note adressée

J'ai proposé de donner au phénomène qui sert de base à cette explication le nom de *principe de la surdissolution*.

J'examinerai aujourd'hui une conséquence de ce principe.

Je suppose que le trias ou le terrain houiller se trouve aux environs de Paris à 3000 mètres au-dessous du niveau du sol. Comme à cette profondeur la température de la terre est de 100°, on peut conclure que ces roches doivent se présenter sous un certain degré de ramollissement, et, en appliquant le principe de la surdissolution, on conclut que de nos jours les roches peuvent se métamorphoser en prenant une structure plus ou moins cristalline.

Si maintenant une de ces crises géologiques (1), dont tous les géologues connaissent les effets et qui sont habituellement suivies de grandes dénudations, venait faire affleurer ces roches qui, aujourd'hui, se trouvent au sein de la terre, nous aurions l'exemple d'un métamorphisme à la production duquel les roches ignées n'ont pas contribué directement, et en même temps nous trouverions l'explication de certaines anomalies qui se remarquent dans les phénomènes du métamorphisme normal ou général, et qui sont inexplicables quand on les considère comme le résultat de l'action directe des roches ignées.

Je ferai remarquer que j'ai choisi un exemple tiré de la surface du sol de l'époque actuelle ; mais, si j'avais pris un exemple à une époque géologique plus reculée, je n'aurais pas eu besoin de descendre à des profondeurs de 3000 mètres.

I. — *Coupe du terrain silurien aux environs de Domfront (Orne)*; par M. Michel.

La ville de Domfront est bâtie sur la crête de la chaîne de quartzites qui court dans la direction E.-O. depuis Prez en Pail jusqu'à Mortain et plonge de 25 à 30 degrés vers le nord.

Au sud de la chaîne des quartzites se trouve la vaste plaine où coulent la Mayenne et ses affluents; des monticules arrondis, semés de loin en loin comme au hasard, forment les seuls accidents de cette plaine fertile qui s'étend à perte de vue.

à la Société des ingénieurs civils, et l'exposé historique dont parle M. Fournet dans sa note n'aurait contenu aucun fait dont j'avais besoin pour établir ma théorie.

(1) L'affleurement peut avoir été le résultat de plusieurs crises et de plusieurs dénudations.

Du côté N., au contraire, une série d'ondulations parallèles se pressent à la suite les unes des autres, présentant alternativement des sommets couverts d'ajoncs ou de maigres bruyères et des vallons arrosés par de petits ruisseaux. De nombreuses coupures perpendiculaires à ces plis de terrain laissent passer les cours d'eau qui descendent du N. au S., dans la vallée de la Mayenne.

La physionomie accidentée de cette région fait un contraste singulier avec celle de la région méridionale, et contribue à donner un aspect très varié au remarquable paysage qu'on découvre de la sommité occupée par la ville de Domfront.

On pressent à cette vue un changement dans la nature des terrains de ces deux régions.

En effet, la plaine du sud est formée par les schistes inférieurs aux quartzites (étage C? du terrain silurien).

Les monticules que nous avons signalés sont le produit d'éruptions dioritiques plus ou moins considérables.

Au N., on rencontre une série de couches de schistes et de grès composant avec la bande épaisse des quartzites qu'elles recouvrent l'étage D du terrain silurien, puis viennent les schistes et grès à la base de l'étage E.

La coupe ci-après (p. 700) des environs de Domfront que nous présentons à la Société géologique est destinée à faire connaître la nature des roches qui composent l'étage D dans cette portion de la Normandie. Deux niveaux paléontologiques bien déterminés ne laissent aucun doute sur l'âge relatif des couches.

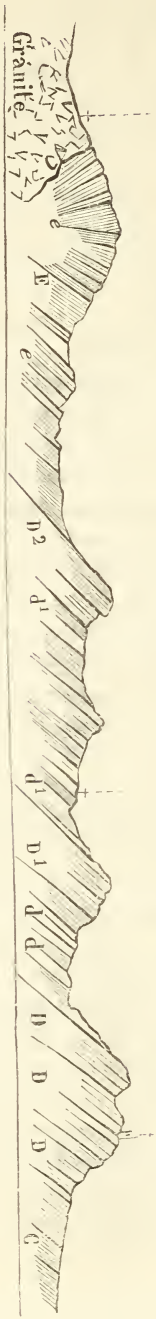
Cette coupe est faite en suivant la route de Domfront à Caen jusqu'au hameau des Ponts de Cam, puis l'ancien chemin de Tinchebray jusqu'au hameau de la Bartelière ; elle s'étend sur environ 7 kilomètres à partir de Domfront.

La coupure profonde qui traverse la Varenne au pied des rochers pittoresques sur lesquels s'élève l'ancien château de Domfront, les tranchées de la route de Caen, de distance en distance les affleurements de schistes et de grès le long de l'ancienne route de Tinchebray, rendent on ne peut plus facile l'étude des couches successives, toutes parallèles jusqu'au moment où on approche de l'éruption granitique qui va de l'est à l'ouest, dans la direction de Saint-Bonnet à Lonlay-l'Abbaye.

En descendant de Domfront on laisse derrière soi les puissantes assises de quartzites qui forment une falaise au-dessus de la plaine de la Mayenne, et dont les pointes font saillie dans toutes les rues de la ville.

Coupes du terrain silurien aux environs de Domfront (Orne).

1° De Domfront à la Bartelière.


Granite
D
D
D

On arrive bientôt à une petite vallée verte et bien arrosée, formée par des schistes sableux d'abord, puis argileux et noirâtres. Cette dépression se reproduit de l'autre côté de la Varenne entre le tertre Sainte-Anne et le tertre Chapon. A cette distance, on juge parfaitement de l'épaisseur relative de la couche de schiste et des couches de grès entre lesquelles elle est intercalée.

C'est dans cette dépression, à l'embranchement du hameau du Pissot sur la route de Caen, que nous avons trouvé de nombreux fossiles, surtout des fragments de trilobites ; c'est notre premier niveau paléontologique.

M. Barrande a reconnu les espèces suivantes caractéristiques de la faune seconde (étage D) :

Dalmanites Phillipsi,	*Illœnus?*,
Calymene Tristani,	*Asaphus?*
Placoparia Tourneminei,	

puis des fragments reconnaissables appartenant aux genres

Cytherinides,	*Lingula*,
Theca,	*Orthis*.
Bellerophon,	

et enfin divers gastéropodes.

Après les schistes fossilifères vient une succession de grès et de schistes; les grès deviennent de moins en moins durs; cependant l'assise immédiatement superposée aux schistes noirs (celle du tertre Chapon) fournit les matériaux d'empierrement de toutes les routes aux environs de Domfront. Les schistes de leur côté deviennent de plus en plus sableux, mais nous n'y avons plus rencontré de fossiles.

A 4 kilomètres de Domfront, on se trouve dans un large vallon parallèle à la direction générale de la chaîne des quartzites; quand on a dépassé le ruisseau qui coule au fond de la vallée, on voit apparaître sur la gauche du chemin des schistes noirs très feuilletés; ils renferment nombre de Graptolites mal conservés, mais reconnaissables cependant, et rapportés par M. Barrande au *Graptolites colonus*, caractéristique de l'étage E du terrain silurien dans la Bohême; on y trouve, en outre, des fragments d'Orthocères.

Nous avons ainsi un second niveau paléontologique. Dans l'intervalle se développe dans toute son épaisseur l'étage D. Nous pensons que l'on peut y distinguer, en y comprenant les quartzites,

trois grandes formations de grès séparées par des schistes argileux au voisinage des quartzites, et très sableux à la partie supérieure de l'étage D.

Quant à l'étage E, il est peu développé de ce côté, car on arrive bientôt à la butte Gripon, formée par des grès et des schistes sableux, dont les couches ont été redressées et bouleversées par l'éruption granitique voisine.

Nous pouvons signaler l'existence des mêmes couches de schistes à Graptolites un peu plus loin de Domfront.

Près du village du Châtelier, à droite de la route de Domfront à Flers, se trouve un plateau sur lequel on a fait creuser, il y a quelques années, un puits dans les schistes noirs très feuilletés. Ces schistes renferment comme ceux de la butte Gripon de nombreux fragments de *Graptolites colonus*.

II. — *Coupe de Domfront au mont Margautin.*

Cette coupe est le prolongement de la précédente dans la direction du sud; elle rend compte de la formation des monticules dispersés au milieu de la plaine de la Mayenne.

Ce sont en effet des éruptions dioritiques qui ont soulevé et souvent percé la couche des schistes inférieurs du terrain silurien (étage C). Sur un parcours de 8 kilomètres on peut signaler trois éruptions, dont la dernière, la plus importante de toutes, a donné naissance à un mamelon en forme de cône aplati, connu dans tous les environs sous le nom de mont Margautin.

De ce côté, le diorite est seul, tandis que du côté de Passais au S.-O. de Domfront et du côté des forges de Saint-Bonnet au N.-E, les diorites accompagnent le granite, et ont été souvent méconnus à cause de ce voisinage.

L'éruption dioritique est d'ailleurs annoncée comme l'éruption granitique par des filons de quartz qui ont traversé les schistes.

Les schistes de l'étage C sont en général très micacés, sableux et friables. Je n'ai pu y découvrir de fossiles.

Leur direction est rendue incertaine par les nombreuses éruptions dioritiques ; aussi ne pourrais-je dire si les quartzites les recouvrent à stratification transgressive, comme Dufrénoy l'a observé à la forge de Bourbe-Rouge près de Mortain.

M. Parès, rapporteur, présente, au nom de la Commission de comptabilité, le rapport suivant sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1859 :

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année 1859 pour la Société géologique de France, présenté par M. Meugy, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1859.	RECETTES effectuées en 1859.	Augmentation.	Diminution.
1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droits d'entrée et de diplôme . .	500 »	900 »	400 »	» »
	2	Cotisations de l'ann. courante.	7,500 »	7,040 »	» »	460 »
	3	Cotisations des ann. précéd. . .	3,000 »	3,540 »	540 »	» »
	4	Cotisations anticipées.	200 »	280 »	80 »	» »
2. Produits extr.	5	Cotisations une fois payées. . . .	1 200 »	2,070 »	870 »	» »
3. Produit des publications. .	6	Vente des Bulletin.	1,000 »	989 »	» »	11 »
	7	Vente des Mémoires.	700 »	612 »	» »	88 »
	8	Vente des cartes coloriées. . .	10 »	7 50	» »	2 50
	9	Vente des Histoire des progrès de la géologie..	1,000 »	1,016 »	16 »	» »
4. Capitaux placés.	10	Arrérages de capitaux. . 4 1/2 o/o.	1,461 »	1,870 »	» »	» »
	11	Arrérages de capitaux. . 3 o/o.	409 »			
	12	Arrérages de capitaux. . Obligations. . . .	360 »	412 50	52 50	» »
5. Recettes diverses.	13	Encaissement de Bons du Trésor.	» »	» »	» »	» »
	14	Arr. de Bons du Trésor	» »	» »	» »	» »
	15	Allocation du ministre de l'Instruction publique.	1,000 »	1,000 »	» »	» »
	16	Rembours. de frais de mandats. .	» »	» »	» »	» »
	17	Recette extr. relative au Bulletin.	500 »	80 »	» »	220 »
	18	Recettes imprévues	10 »	» »	» »	10 »
	19	Loyer des Sociétés mét. et bot. .	800 »	800 »	» »	» »
		Total de la recette. . . .	19,450 »	20,617 »	1,958 50	791 50
6. Solde du compte 1858.	20	Reliquat au 31 décembre 1858. .	792 29	792 29		
		Totaux de la recette et du reliquat en caisse	20,242 29	21,409 29		

COMPARAISON.

La Recette présumée était de.	20,242	29
La Recette effectuée est de	21,409	29
Il y a augmentation de Recette de	1,167	»

DÉPENSE.

DESIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1859.	DÉPENSES effectuées en 1859.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel...	1	Agent — traitement.	1,800 »	1,800 «	» »	» »
	2	Agent — travaux extraordinaires	300 »	300 »	» »	» »
	3	Agent — gratification.	200 »	200 »	» »	» »
	4	Agent — indemnité de logement.	200 »	200 »	» »	» »
	5	Garçon de bureau — ses gages.	800 »	800 40	» 40	» »
	6	Garçon de bureau — gratifications. . . .	100 »	100 »	» »	» »
§ 2. Frais de logement.	7	Loyer, contributions et assurances.	1,550 »	1,531 55	» »	18 4
	8	Chauffage et éclairage.	550 »	549 70	» »	» 3
§ 3. Frais de bureau.	9	Dépenses diverses.	500 »	531 85	31 85	» »
	10	Ports de lettres.	150 »	269 »	119 »	» »
	11	Impress. d'avis, circulaires, etc.	200 »	123 75	» »	76 9
	12	Change et retour de mandats. . .	20 »	11 55	» »	9 4
§ 4. Matériel. . . .	13	Mobilier.	100 »	193 70	93 70	» »
	14	Bibliothèque — rel.	500 »	489 95	» »	310 0
		Bibliothèque — port.	300 »			
	15	Collection.	10 »	2 80	» »	7 2
§ 5. Publications.	16	Bulletin, impression, pap., pl.	7.000 »	9,171 20	2,171 20	» »
	17	Bulletin, port.	1,000 »	878 60	» »	121 4
	18	Histoire des progrès de la géolog.	1,500 »	224 20	» »	1,275 8
	19	Mémoires, achat d'exemplaires.	2,200 »	1,530 »	» »	670 »
	20	Mémoires, dépenses supplémentaires. . . .	100 »	» »	» »	100 »
	21	Mémoires, menus frais.	10 »	1 45	» »	8 5
§ 6. Emploi des capitaux.	22	Placement de capitaux.	1,200 »	2,052 90	852 90	» »
	23	Avances remboursables.	20 »	» »	» »	20 »
	23b.	Dépenses imprévues.	» »	439 95	439 95	» »
	24	Placem. moment. sur le Trésor.	» »	» »	» »	» »
			20,110 »	21,202 55	3,709 »	2,617 4

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de.	20,110	»
La Dépense effectuée est de	21,202	55
Il y a augmentation de	1,092	55

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1859.

La Recette totale étant de	21,409	29
Et la Dépense totale étant de	21,202	55
Il reste en caisse audit jour	206	74

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

		NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS. fr. c.
Recette	antérieurement à 1859.	136	40,797 70
	pendant l'année 1859..	7	2,070 »
	Totaux.	143	42,867 70
Legs Roberton			12,600 »
	Total des capitaux encaissés.		55,467 70

PLACEMENT.

fr. c.		fr. c.	
1870 »	Rentes 3 0/0.	47,259 30	56,086 40
	Frais de mutation de 1461 fr. de rentes 4 1/2 en 3 0/0.	439 95	
435 »	Intér. de 29 oblig. de chem. de fer.	8,387 15	
	Excédant de la dépense sur la recette		618 70

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES AU 31 DÉCEMBRE 1859.

Au 31 décembre 1858, le nombre des membres maintenus sur les listes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 1858 s'élevait à 496, dont :

380 membres payant cotisation annuelle et 116 membres à vie . . . . . } ci. . 496

Les réceptions du 1er janvier au 31 décembre 1859 ont été de. 47

Total. 543

A déduire, pour cause de décès, démissions et radiations (en 1859). 39

Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 1er janvier 1860, s'élève à 504

Savoir : { 385 membres payant cotisation annuelle, 119 membres à vie.

Rapport de la Commission de comptablité sur les comptes du Trésorier pour l'année 1859.

Messieurs,

Je viens, au nom de la Commission de comptabilité, vous soumettre le résultat de son travail sur les comptes du Trésorier pour l'année 1859.

Plusieurs des articles de recette ou de dépense sont de nature à ne varier, d'un exercice à l'autre, que dans de faibles limites ; nous aurons donc peu de développements à présenter. C'est surtout par la comparaison avec l'exercice précédent que nous pourrons apprécier la situation financière de la Société ; mais déjà nous pouvons dire que, grâce à une bonne administration, elle n'a pas cessé d'être favorable.

A ne prendre que les résultats généraux, nous trouvons la recette plus forte que les prévisions de 1167 fr. ; d'autre part, la dépense les a dépassées de 1092 fr. 55 c., de sorte que le fond en caisse au 31 décembre dernier est à peu près tel qu'il avait été prévu, 206 fr. 74 c. au lieu de 132 fr. 29 c. L'exercice précédent avait offert un résultat peu différent. La dépense, au surplus, n'a presque pas varié dans les deux exercices : 21 295 fr. 80 c. en 1858, 21 202 fr. 55 c. en 1859.

Entrons dans les détails.

RECETTES.

Le 1er article de la recette (*droit d'entrée et de diplôme*) doit surtout appeler votre attention. Prévu pour 500 fr. au précédent exercice, il s'est élevé à 900 fr., et 500 fr. répondent à 25 réceptions nouvelles. Or, en 1858, il y en eut 30 ; mais en 1859, on en compte 47. C'est là un résultat dont la science doit se féliciter, et qui prouve une fois de plus la portée féconde de nos travaux.

L'article 2 (*cotisations courantes*) est resté au-dessous de nos prévisions pour une somme de 460 fr. Prévu pour 7500 fr., il ne s'est élevé qu'à 7040 fr. Il ne faudrait pas pourtant voir dans ce fait un indice défavorable. Loin de là, comparé au passé, on y voit un progrès réel ; donc on doit en tenir compte

à l'administration de la Société. En effet, avec un nombre de membres peu différent, l'exercice 1857 n'avait reçu que 5780 fr. 40c.; l'exercice 1858, 5580 fr., et celui que nous examinons, 7040 fr. Il est juste de faire observer qu'en 1858 les prévisions étaient plus fortes de 180 fr., et que, d'ailleurs, un plus grand nombre de réceptions dans l'année 1859 a dû accroître le chiffre des cotisations courantes. Néanmoins, ces deux causes ont trop peu d'importance pour diminuer sensiblement la portée du fait que nous relevons.

Le 3e article (*cotisations arriérées*) appelle une réflexion semblable. Au lieu de 3000 fr. prévus, la recette a été de 3540 fr. L'année précédente, elle n'avait été que de 1735 fr. 89 c.

Ces deux derniers articles étant de même nature, soumis aux mêmes influences, doivent être réunis, et alors nous trouvons que les deux cotisations prévues pour 10 880 fr. en 1858 n'ont eu alors qu'un total de 7315 fr., tandis qu'en 1859, prévues pour 10 500 fr., elles se sont élevées à 10 580 fr. L'excédant sur 1858 est donc de 3265 fr. Un pareil résultat donne la mesure à la fois de la vigilance de l'administration et de l'influence qu'a eue sur les rentrées la célérité dans les publications.

Le 4e article (*cotisations anticipées*), prévu pour 200 fr., a été de 280.

Le 5e article (*cotisations à vie*), porté dans les prévisions pour 1200 fr., s'est élevé à 2070 fr. Il eût été régulièrement de 2100 fr. pour sept cotisations nouvelles. La différence tient à ce qu'un membre nouveau, en payant sa première cotisation, s'est réservé la faculté de payer la cotisation totale dans le cours de l'année, en important les 30 fr.

Il y a eu dans l'année sept cotisations à vie; il y en avait eu huit dans l'année précédente.

Les articles 6 à 9 s'appliquent à la *vente du Bulletin, des Mémoires, des cartes coloriées et de l'Histoire des progrès de la géologie*. Ils n'ont éprouvé que des changements insignifiants. Leur total était de 2710 fr.; il ne s'est élevé qu'à 2624 fr. 50 c.; différence en moins, 85 fr. 50 c.

Un 4e paragraphe termine le chapitre des recettes : c'est

celui des *recettes diverses* (art. 10 à 19), concernant l'intérêt des capitaux, l'allocation du Ministre de l'Instruction publique, le loyer payé par les Sociétés météorologique et botanique, de même que certaines recettes relatives au *Bulletin*. Peu de mots suffiront pour signaler les légères variations qui s'y sont montrées.

Le *placement des capitaux* en obligations de chemins de fer a produit 412 fr. 50 c. au lieu de 360 fr. prévus ; c'est la conséquence du placement des cotisations à vie.

Un article est consacré aux *recettes extraordinaires* concernant le *Bulletin*. 300 fr. prévus, 80 fr. seulement reçus, attendu qu'il n'y a eu qu'une seule planche qui ait donné lieu à une recette, du chef des auteurs.

M. le Ministre de l'Instruction publique nous a continué sa subvention de 1000 fr.

Telles sont, messieurs, les recettes de l'exercice 1859. Comparées à celles du précédent exercice, vous penserez avec nous qu'elles marquent un véritable progrès dans les parties qui en étaient susceptibles.

DÉPENSES.

Le chapitre de la dépense provoque peu de réflexions. Par leur nature, plusieurs articles demeurent les mêmes tous les ans ; plusieurs autres ne peuvent recevoir que peu de changements. Il n'y en a réellement qu'un petit nombre qui méritent d'être signalés ; ils sont relatifs aux *frais des publications* et à l'*emploi des capitaux*.

Le *personnel*, les *frais de logement* (art. 1 à 8) ne demandent aucune explication.

Les *frais de bureau* (art. 9 à 12), augmentés de 31 fr. 85 c. pour *dépenses diverses*, et de 119 fr. pour *ports de lettres*, ont eu en moins 76 fr. 25 c. pour *impression d'avis*, et 9 fr. 45 c. pour *frais de mandats*.

Les dépenses du *matériel* (art. 13 à 15) ont été en moins de 314 fr. 05 c., concernant spécialement les reliures.

Les *frais de publications*, formant le 5e paragraphe de la dépense, appellent plus de détails.

L'*impression et planches du Bulletin* (art. 16), portées aux prévisions pour 7000 fr., se sont élevées à 9171 fr. 20 c. L'augmentation est de 2171 fr. 20 c. Elle provient, en partie, de paiements de factures arriérées ; mais surtout elle prend sa source dans une plus grande célérité apportée à la publication du *Bulletin*. C'est donc une dépense qui indique un progrès, et dont l'influence a commencé à se faire sentir dans les rentrées des cotisations tant courantes qu'arriérées.

Les *frais de port* (art. 17), prévus pour 1000 fr., ne se sont portés qu'à 878 fr. 60 c.

L'*Histoire des progrès de la géologie* (art. 18) avait reçu une allocation de 1500 fr.; il n'a été dépensé que 224 fr. 20 c., diverses circonstances ayant retardé dans le courant de l'année dernière cette publication si utile.

L'*achat d'exemplaires des Mémoires* (art. 19), porté pour 2200 fr., ne s'est élevé qu'à 1530 fr., dont 1000 fr. pour achat de mémoires aux éditeurs, et 530 fr. pour frais d'impression de ceux qui ont été édités par la Société. Ceci est la conséquence du changement opéré l'an dernier dans le régime de la publication.

Le 6e paragraphe (*emploi des capitaux*) ne contient que deux articles à signaler.

L'un (*placement de capitaux*) (art. 22), prévu pour 1200 fr. comme au précédent exercice, a reçu comme lui un accroissement considérable, par suite de cotisations à vie plus nombreuses. Il s'est élevé à 2052 fr. 90 c.; augmentation, 852 fr. 90 c. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que ce n'est point là une véritable dépense, mais une simple transformation des fonds de la Société. Cet article trouve son corrélatif dans un article correspondant de la recette.

L'autre article (*dépenses imprévues*) (23 *bis*) porte un chiffre de 439 fr. 95 c. Il concerne les frais faits pour convertir en 3 pour 100 des rentes de 4 1/2. Bien que ce soit là une dépense effective que rien ne couvre dans le chapitre des recettes, elle n'en est pas moins, comme la précédente, une dépense de transformation.

Voilà, messieurs, les seuls détails que comportait le chapitre des dépenses. Vous y aurez remarqué quelques augmen-

tations relativement considérables, mais dont l'origine n'est rien moins qu'inquiétante, couvertes en grande partie par des diminutions, les unes accidentelles, les autres d'un caractère permanent.

Nous aurions pu donner à ce rapport plus de développements, en étudiant plus loin dans le passé la comparaison des divers exercices. Nous avons pensé que ce travail pourrait être plus utilement fait l'année prochaine. A cette époque, la Société aura complété trente années de son existence. Alors un coup d'œil rétrospectif, indiquant les diverses phases de son histoire, marquera les progrès qui, sauf quelques moments de défaillance, n'ont pas cessé de se montrer depuis son origine, et servira de point de départ pour une période nouvelle.

En dernière analyse, la recette de l'exercice 1859 s'est élevée à	21,409 fr.	29 c.
La dépense.	21,202	55
Il reste donc en caisse, au 31 décembre 1859.	206	74

Tels sont les résultats de notre vérification. Ils attestent une régularité et surtout un zèle soutenus chez M. le Trésorier. Nous y trouvons aussi une preuve nouvelle des soins donnés à toutes les parties du service par notre agent avec autant de dévouement que d'intelligence.

En conséquence, nous vous proposons d'approuver les comptes de l'exercice 1859, et d'en prononcer la décharge en faveur de M. le Trésorier comme aussi de lui voter des remercîments.

Le rapporteur, T. Parès.

La Société vote des remercîments à M. Meugy, trésorier, et à M. Parès, rapporteur de la Commission de comptabilité.

M. Melleville fait la communication suivante :

Description géologique de la montagne de Laon;
par M. Melleville.

La montagne sur laquelle est bâtie la ville de Laon a depuis longtemps fixé l'attention des géologues par sa constitution miné-

ralogique, l'ordre et la régularité des couches qui la composent, ainsi que par l'abondance des fossiles qu'on y recueille.

Dans des communications déjà anciennes, puisqu'elles remontent à plus de vingt années, j'ai cherché à démontrer que cette montagne pouvait être considérée comme un type à peu près complet de ces formations sableuses, marneuses, calcaires ou argileuses, auxquelles on est convenu de donner le nom de *terrains tertiaires inférieurs;* mais il manquait une description détaillée qui fît connaître à la fois la nature et l'ordre de superposition des roches dont elle est formée, comme les espèces fossiles propres à chacune d'elles. La présente communication a pour but de remplir cette lacune.

Cette communication aura d'ailleurs ce résultat assez nouveau de faire pressentir que les terrains tertiaires inférieurs du nord de la France se composent de trois étages sableux à coquilles marines ou d'eau douce, et de trois étages argileux correspondants, avec ou sans lignites. Je prépare en ce moment une nouvelle édition de mon mémoire sur les sables inférieurs du bassin de Paris publié en 1843, où cette vérité sera établie par de nombreux exemples. On y verra que si ces différentes couches conservent partout, dans le nord de ce bassin, une composition semblable et des bancs réguliers, elles n'existent néanmoins jamais simultanément, de telle sorte que, là où un étage sableux atteint tout son développement, l'étage argileux correspondant manque entièrement, ou se trouve seulement représenté par des couches rudimentaires, et *vice versâ.*

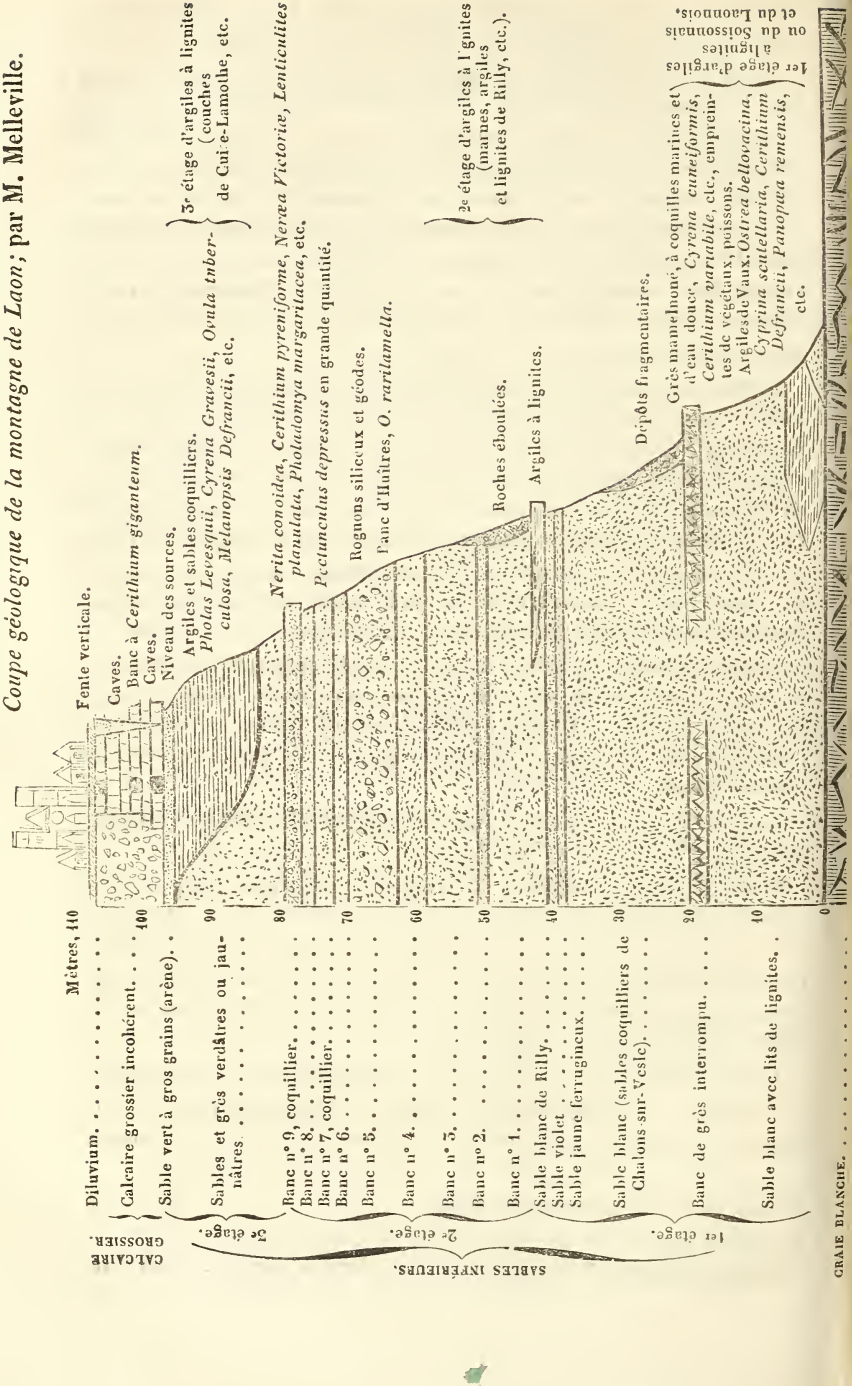
Ces préliminaires posés, je passe à la description de la montagne de Laon.

Cette montagne, ou, pour parler plus exactement, cette colline s'élève isolément au centre d'un demi-cercle formé par plusieurs chaînes d'autres collines semblables à elle, qui courent de l'est à l'ouest en tournant par le sud, et à la lisière des immenses plaines crétacées qui s'étendent d'un côté jusque dans les Pays-Bas, et de l'autre jusqu'au sein des Ardennes.

La moyenne de vingt observations barométriques, rapportées à un nombre égal d'observations faites à l'Observatoire de Paris, donnent au plateau de la colline de Laon une élévation, savoir :

Au-dessus de l'Observatoire de Paris.	$118^{m},65$
Au-dessus de la Seine (zéro du pont de la Tournelle) . . .	$158^{m},65$
Au-dessus des eaux moyennes de l'Océan dans la Manche.	$181^{m},25$

Coupe géologique de la montagne de Laon; par M. Melleville.



Mais je crois ces chiffres un peu trop faibles, et j'adopte de préférence celui de la carte du Dépôt de la guerre qui porte l'altitude de la colline de Laon (pavé de la cathédrale) à 188 mètres au-dessus de la mer.

Quant à son élévation au-dessus du pays qui l'entoure, elle est de 110 mètres pour la vallée d'Ardon, et de 100 mètres seulement pour la plaine du nord, aux environs de la ferme d'Allemagne, parce que la surface de la craie sur laquelle elle repose s'élève insensiblement dans cette direction.

La forme générale de cette colline est celle d'un triangle régulier dont l'un des côtés, celui du sud-est, est creusé d'une vaste cavité circulaire nommée la *Cuve Saint-Vincent*, cavité toute semblable au bassin desséché d'un port antique qui aurait été abandonné par la mer.

La colline de Laon repose de toutes parts sur la craie blanche ; mais les matériaux qui en constituent le massif diffèrent essentiellement de cette formation. Ils se composent de trois sortes de terrains placés dans une position qui paraît être parfaitement horizontale et dans un ordre régulier, mais nullement en rapport avec la pesanteur spécifique de ces matériaux, à savoir, des argiles, des sables et des roches calcaires.

On remarque d'abord à sa base différents bancs peu puissants d'argiles impures ou sableuses, de couleur brune, grise, verte ou jaune, lesquelles sont exploitées à Vaux, à Ardon, à Semilly, et sur la route de Mons-en-Laonnois, pour la fabrication des tuiles et des briques.

La position de ces argiles sur la craie est parfaitement visible dans les différentes carrières de ces exploitations, et ne laisse aucun doute sur le contact des deux terrains, contact net, tranché et sans aucun passage de l'un à l'autre. Leur dépôt en amas lenticulaires n'est guère moins évident. En effet, si leurs bancs se retrouvent presque partout autour de la colline de Laon, on y remarque cependant plusieurs solutions de continuité, comme entre Saint-Marcel et Laneuville, ainsi qu'au-dessus d'Ardon, espaces où la masse sableuse dont je vais parler repose à son tour et sans intermédiaire sur la craie. D'ailleurs, les couches semblables qui gisent sur les routes de Chivy, Mons-en Laonnois et Crépy, à Loisy, Allemagne, Aulnois, etc., ne sont point et paraissent n'avoir jamais été en communication avec celles du pied de la colline de Laon, circonstances d'où l'on est en droit de conclure, comme je l'ai proclamé depuis longtemps, l'indépendance de chacun de ces amas.

Dans les tuileries de Vaux, ces dépôts offrent la coupe suivante de bas en haut :

Craie blanche.	
Argile brune et verdâtre, plastique, avec quelques rares fossiles, notamment l'*Ostrea bellovacina* .	$1^m,30$
Argile jaunâtre légèrement sableuse	$0^m,80$
Argile jaunâtre très sableuse, pétrie de fossiles . .	$1^m,40$

Les tranchées de la gare du chemin de fer établie tout à côté de ces carrières ont mis à jour plusieurs autres bancs d'argiles sableuses placés sur les précédents. Ces dernières, totalement privées de fossiles, sont jaunes, panachées de veines vertes, et présentent une épaisseur de 3 à 4 mètres.

Ces bancs offrent quelque différence dans les autres carrières. A Semilly, faubourg placé à l'opposite de Vaux, ils se présentent ainsi :

Craie blanche.	
Argile gris-bleuâtre, légèrement sableuse et très semblable à de la vase durcie. (On trouve souvent des ossements dans sa partie inférieure.). . . .	$1^m,25$
Argile très sableuse, jaune, veinée de vert et pétrie de fossiles.	$1^m,70$
Argile sableuse verte, panachée de jaune, sans fossiles	$1^m,20$

Par-dessus viennent différents bancs de sables jaunâtres et verdâtres formant une butte arrondie, au sommet de laquelle gisent des blocs de grès mamelonné.

La coupe la plus complète de cette formation est celle de la carrière du bois de Laon-Perdu, au faubourg d'Ardon situé au sud-est de la montagne de Laon ; elle s'y présente ainsi :

Craie blanche.	
Argile brune et noire comme dessus, environ . . .	$1^m,50$
Argile grise, sableuse, avec nombreux fossiles. . .	$1^m,00$
Sable gris et vert très argileux	$2^m,00$
Sable argileux jaune avec veines de sable vert. . .	$1^m,00$
Sable verdâtre, glauconieux, avec veines nombreuses de sable jaune ferrugineux.	$3^m,00$
Sable jaune pâle, légèrement glauconieux, avec plusieurs lits ondulés de sable brun semblable à de la terre de bruyères	$2^m,00$
Sable blanc jaunâtre fin . . . . . 2 à	$3^m,00$

De même qu'à Sémilly, les bancs argileux et sableux d'Ardon

forment une butte isolée sur laquelle on trouve de nombreux blocs de grès mamelonné. Ce caractère est constant dans ces contrées. Toutes les buttes ainsi constituées sont invariablement couronnées par des blocs épars ou par des bancs de grès toujours mamelonné, dans lesquels on trouve parfois une prodigieuse quantité de fossiles marins et particulièrement d'eau douce, des dents de squales, des empreintes de feuilles, etc.

Ces dépôts argileux présentent d'ailleurs un niveau d'eau constant, déjà signalé par M. d'Archiac dans sa description géologique du département de l'Aisne.

Quant à leurs fossiles, ils paraissent être exclusivement marins; mais ils se trouvent dans un tel état de pourriture, qu'il faut des précautions infinies pour les recueillir. Cet état de choses apporte de grandes difficultés à leur détermination; aussi n'ai-je pu jusqu'ici reconnaître avec certitude que le petit nombre d'espèces suivantes qui se trouvent dans mon cabinet :

Arca crassatina, Desh.
Buccinum semicostatum, id.
Cyprina scutellaria, id.
Cerithium Defrancii, id.
— *variabile?*, id.
Cucullæa incerta, id.
Cytheræa bellovacina?, id.
— *nitidula*, id.
Crassatella sulcata, Lk.
Gryphæa eversa, Mellev.
Lucina contorta, Defr.
Natica labellata, Lk.
Ostrea bellovacina, id.
Panopæa remensis, Mellev. (1).
Pecten breviauritus, Desh.
Une autre grande espèce inédite.
Pholadomya Koninckii, Nist.
Turritella imbricataria, var. *c.*
Venericardia multicostata, Lk.

Ces trois dernières espèces ont été recueillies par M. Hébert.

Avec ces coquilles, j'ai trouvé dans ces couches une boucle de Raie (2), plusieurs grands ossements méconnaissables et quelques dents de squales, parmi lesquelles l'*Otodus obliquus*, d'Agassiz, qu'on trouve également fossile dans le bassin de Londres, etc.

Ces couches argileuses se retrouvent sur beaucoup d'autres points avec les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques ; mais parfois elles sont accompagnées ou même remplacées par des bancs de grès argileux renfermant les mêmes fossiles.

---

(1) Les coquilles citées avec mon nom dans cette liste et dans les suivantes ont été nommées, décrites et figurées par moi, *il y a dix-huit ans*, dans mon mémoire précité sur les sables inférieurs. (Voyez ma *Réponse à M. Deshayes*, Laon, 1858.)

(2) Ce petit ossement est bien conservé, mais je n'ose affirmer qu'il soit fossile.

Pour moi elles représentent les argiles avec ou sans lignites du Soissonnais et du Laonnois, auxquelles elles passent incontestablement, comme je le ferai voir dans l'ouvrage ci-dessus annoncé. Je les range en conséquence dans mon *premier étage* ou *étage inférieur des argiles à lignites.*

Un banc épais de sable blanc grisâtre recouvre les argiles précédentes ou repose sur la craie blanche là où celles-ci manquent. Ce banc, dont l'épaisseur atteint 35 à 36 mètres, n'est pas parfaitement homogène dans toutes ses parties. Dans le bas, c'est un sable à gros grains, micacé, d'un blanc assez éclatant, mais qui présente parfois cette singularité de prendre, bien qu'on n'y voie pas de grains glauconieux, une teinte d'un vert tendre lorsqu'on l'entame avec un instrument tranchant ou qu'on le frotte avec un corps dur. Ce sable est d'ailleurs sans stratification apparente ; mais on y distingue des feuillets minces inclinés, brisés, contournés dans tous les sens, comme s'il s'était déposé, non dans un liquide, mais à l'air libre, sous l'action incessante des vents. On y voit aussi parfois (au Blanc-Mont) un banc non continu d'un grès plus ou moins dur, à surfaces mamelonnées, représentant évidemment les grès mamelonnés précédents et reposant d'ailleurs au même niveau.

Tous ces caractères se retrouvent dans la partie moyenne de ce banc ; mais on y remarque de plus des lits minces et des nids d'argile grasse avec des filets interrompus de lignite terreux.

Dans sa partie supérieure, ce banc prend une sorte de stratification, et passe ordinairement à la couleur jaune de rouille par une addition quelquefois très considérable de fer hydraté.

Jusqu'ici aucun fossile n'a été découvert à Laon dans ce premier banc des sables inférieurs ; mais dans d'autres localités, comme à Chalons-sur-Vesle dont les sables correspondent incontestablement, selon moi, à la partie moyenne de ce banc, il y en a en abondance, et ces débris organiques y présentent cette particularité, qu'ils se composent à la fois de coquilles marines, d'eau douce et terrestres, comme je l'ai fait remarquer dès 1843 dans mon travail sur les sables inférieurs (1).

Sur ce sable s'étend un banc mince, souvent interrompu, quelquefois divisé en deux, d'un autre sable de couleur violette, accompagné de lits minces ou de nids d'argile feuilletée et de lignite terreux. Ce sable, signalé dès 1843 dans mon mémoire précité, se retrouve à de grandes distances, et représente pour moi un ancien

(1) Voyez ce mémoire, p. 12 et suiv.

sol découvert. Il doit sans doute sa couleur remarquable à la décomposition des végétaux qui croissaient à sa surface. Son analyse, faite au laboratoire de la manufacture de Saint-Gobain par les soins de M. Biver, directeur de cet établissement, a donné les résultats suivants en poids :

Silice	93,0
Alumine	1,4
Oxyde de fer	0,9
Eau	4,5
Traces de chaux, de magnésie et de matières organiques	0,2
	100,0

A ce sable violet succède un sable d'un blanc éclatant, tournant à la couleur gris-perle, ainsi que celui de Rilly. C'est en effet le même sable, comme je le prouverai dans mon travail annoncé, bien qu'il présente à Laon quelques différences dans son allure et dans sa pureté. Ce n'est point ici, en effet, un banc régulier comme à Rilly, mais des sortes d'amas lenticulaires placés bout à bout sur le même plan horizontal, et sa couleur y est légèrement altérée par la présence de quelques paillettes de mica et de quelques grains d'un autre sable de couleur brune.

L'ensemble de ces différents bancs de sable, dont la puissance totale est d'environ 38 mètres, constitue ce que j'ai nommé depuis longtemps le *premier étage des sables inférieurs.* (Voyez la coupe jointe au présent travail, page 712.)

En continuant à monter, on trouve ensuite, mais sur trois points seulement de la montagne, c'est-à-dire au-dessus de Vaux, dans la nouvelle rampe d'Ardon et sous Saint-Vincent, un ou plusieurs bancs d'argiles très grasses dont la couleur varie selon le lieu. Sur ces deux derniers points, ces argiles se divisent en trois ou quatre bancs d'une épaisseur totale d'environ $2^m,50$, offrant les nuances du blanc, du jaune, du brun ou du gris verdâtre, et sans aucune trace de lignite. Au-dessus de Vaux, au contraire, il n'y a qu'un seul banc d'argile brune de même épaisseur, mais qui présente une texture feuilletée avec des lits minces intercalés de lignite terreux.

Ces couches argileuses offrent d'ailleurs cette particularité curieuse déjà signalée par M. Hébert sur mes indications (1), c'est

(1) *Bulletin de la Société*, 2e sér., t. XI, p. 647.

qu'elles s'amincissent en s'enfonçant dans la colline, comme le représente la coupe page 712, pour mourir en biseau dans le banc de sable dont il va être question. On voit que ces couches sont les extrémités d'amas amygdaloïdes dont le surplus a été enlevé par une cause que je n'ai point à rechercher ici. J'ai signalé depuis longtemps la disposition en amas lenticulaire comme étant fréquente dans la plupart des terrains tertiaires inférieurs, et en particulier dans les argiles et les calcaires de cette époque, et dans mon travail annoncé j'en montrerai beaucoup d'exemples.

Je dois ajouter que ces couches argileuses représentent pour moi, mais à l'état rudimentaire, les dépôts d'argiles à lignites qui s'étendent le long de la montagne de Reims depuis Jouy jusqu'à Rilly, et sur le flanc des collines qui bordent la rive droite de la Vesle au-dessus de Montigny. C'est le même niveau incontestablement, et il n'y a d'autres différences que celle d'un moindre développement et celle de l'absence à Laon des marnes blanches si constantes dans ces localités. Ce système constitue ce que j'appelle le *second étage d'argiles à lignites* ou *système argilo-marneux*.

Sur les argiles et le banc de sable précédents reposent neuf autres bancs de sable de couleurs variées, nettement stratifiés, offrant une épaisseur totale de 40 mètres environ, et constituant dans leur ensemble ce que j'ai nommé *second étage des sables inférieurs* (1).

Le premier banc est un sable blanc, ou mieux jaune pâle, un peu argileux et légèrement chargé de carbonate de chaux. Ce banc renferme quelques nids de coquilles dans un état de pourriture qui ne permet pas de les recueillir. Son épaisseur est de 6 mètres.

Le second banc est une marne grise très mêlée de sable glauconieux sans fossiles ; épaisseur, 35 centimètres.

Ces deux premiers bancs n'ont rien de régulier, et ne se trouvent pas partout sur les flancs de la colline. Sur certains points, ils sont remplacés tantôt par un sable jaune ou verdâtre, ou par un sable gris coulant, mélangé de sable argileux verdâtre.

Le troisième banc est un sable micacé jaune, argileux et glauconieux, pénétré de veines nombreuses de sable vert, et renfermant parfois des nids de coquilles méconnaissables. On trouve, disséminés dans toute sa masse, de petits rognons de grès glauconieux à ciment calcaire, et dans le bas un lit de rognons tuberculeux d'un gris sale, nuancés de vert et de jaune, et fort différents

(1) Ouvrage cité, p. 13.

des précédents. Ces derniers rognons, plus volumineux que les autres, semblent être des morceaux de craie corrodés, comme s'ils avaient séjourné dans un liquide légèrement acidulé. L'épaisseur de ce banc est de 7 à 8 mètres.

Le quatrième banc est formé d'un sable blanc jaunâtre, micacé, légèrement argileux, souvent divisé par des fentes verticales étroites et ramifiées, remplies de chaux carbonatée pulvérulente. Ce banc devient plus argileux dans le haut, à son point de contact avec le suivant, et se charge en même temps de beaucoup de grains verts. Épaisseur, 4 à 5 mètres.

Le cinquième banc est formé d'un sable très fin, micacé, ferrugineux, légèrement argileux, et d'une couleur ocreuse très prononcée qui permet de le distinguer au premier coup d'œil. Il renferme, disséminées dans toute sa masse, de nombreuses concrétions tuberculeuses silicéo-calcaires, fort ressemblantes aux *têtes de chat*, et employées comme elles à ferrer les routes. Mais par leur nature et leur aspect, ces concrétions diffèrent essentiellement des *têtes de chat* du calcaire grossier. Celles-ci sont toujours pleines, ont la cassure nette, miroitante, et offrent assez bien l'aspect du quartz concrétionné. Les rognons du banc n° 5 ont au contraire un aspect terreux; leur cassure est mate et irrégulière comme celle du grès, car ils ne sont autre chose en effet qu'un grès à ciment calcaire, pénétré de grains glauconieux.

Les rognons du banc n° 5 présentent d'ailleurs les formes les plus tourmentées et les plus bizarres. J'en ai vu un d'une longueur d'environ 40 centimètres, qu'au premier aspect on aurait pu prendre pour l'ébauche grossière d'une statue de la Vierge tenant l'enfant Jésus dans ses bras.

Dans la partie inférieure de ce banc, on trouve quelquefois deux ou trois tables minces de grès siliceux, séparées par des lits de même sable, et à la surface inférieure desquelles adhèrent des stalactites siliceuses (1) qui semblent s'être formées à la manière des stalactites calcaires par l'égouttement d'un suc siliceux. On y voit également des géodes dont la cavité est remplie par du sable.

On remarque aussi parfois, à la base du banc n° 5 et à son point de contact avec le banc précédent, plusieurs lits de coquilles

---

(1) Il y a plus de soixante ans que M. Lemaître a signalé ces stalactites et ces géodes quartzeuses dans le *Journal des mines* (t. VI). Il a mentionné même des amas de bois pétrifié à ce niveau autour de Trucy.

très fragiles, parmi lesquelles j'ai pu déterminer les espèces suivantes :

Anomia tenuistriata, Desh.
Bulla semistriata, Lk.
Cassidaria carinata, id., var.
Cytheræa lævigata, id.
Crassatella lamellosa, id.
Dentalium tarintinum.
Fusus aciculatus, Lk.
Lenticulites planulata, id.
Natica patula, Desh.
Nucula margaritacea, Lk.
Ostrea flabellula, Lk.
— *rarilamella*, Mellev.
Pecten breviauritus, Desh.
Pectunculus depressus, Lk.
Rostellaria fissurella, id.
Sigaretus canaliculatus, Sow.
Trochus agglutinans, Lk.
Tellina rostralis, id.
Venericardia imbricata, id.
Serpules et dents de squales.

Cette liste donne lieu à deux observations intéressantes. La première, c'est que ce banc est celui de toutes les couches inférieures du bassin de Paris où l'on rencontre pour la première fois des Lenticulites ; la seconde, c'est la présence dans ce même banc d'une grande et belle Huître, l'*Ostrea rarilamella*, dont le test fort épais n'en est pas moins très fragile, et qu'on trouve seulement sur le versant nord de la colline de Laon où elle forme un banc puissant dans lequel ses valves sont collées les unes aux autres, selon la manière de vivre de ce mollusque. On ne peut donc douter que cette Huître ait vécu sur place. L'épaisseur de ce cinquième banc est de 6 à 8 mètres.

Le sixième banc est formé d'un sable gris blanc, micacé, renfermant dans sa partie supérieure quelques coquilles qui sont identiques avec celles du banc suivant; sa puissance est d'environ 2 mètres.

Le septième banc est formé d'un sable blanc verdâtre, un peu argileux, pénétré de veines de sable de couleur verte plus foncée, et renfermant par place deux lits de gravier mélangé à du sable fin également vert. Ce gravier se compose de petits cailloux quartzeux arrondis, noirs, bruns ou verts, et de fragments pugillaires également arrondis de calcaire marneux semblable à de la craie blanche. Son épaisseur est de $2^m,50$. On y trouve un assez grand nombre de fossiles confusément disposés et deux lits minces uniquement composés de coquilles roulées. Voici la liste de ceux que j'ai pu y recueillir :

Ampullaria conica, Lk.
Ancillaria buccinoides, id.
— *olivula*, id.
Anomia tenuistriata, Desh.
Avicula fragilis, Defr.
Bifrontia laudunensis, Desh.
Buccinum fissuratum, Desh.
— *stromboides*, Lk.

Bulla tenuistriata, Lk.
— *striatella*, id.
— *cylindroides*, Desh.
Bullœa striata, id.
Cardium asperulum, id.
— *semigranulosum*, Sow.
— *discor*, Lk.
— *fragile*, Mellev.
Cancellaria striatula, Lk.
Cassidaria carinata, Lk, var.
Cerithium gibbosulum, Mellev.
Corbula longirostris, id.
— *gallica*, id.
— (*Panopæa*) *dubia*, Desh.
— (*Neræa*) *Victoriæ*, Mellev.
Cypræa sulcosa, id.
— *acuminata*, Mellev.
Crassatella laniellosa, Lk.
— *tumida*, id.
Cytheræa obliqua, Lk.
— *suberycinoides*, Desh.
— *nitidula*, Lk.
Delphinula striata, Lk.
Fissurella squamosa, Desh.
Fusus ficulneus, Lk.
— *rugosus*, id.
— *longævus*, id.
— *bulbiformis*, id., var.
— *unicarinatus*, Desh.
Lucina radians, Mellev.
Mactra semisulcata, id.
Melania marginata, Lk.
Mitra labratula, id.
Modiola tenuistriata, Mellev.
Murex fistulosus, Brocc.
Natica patula, Desh., var.
Nautilus.
Nucula margaritacea, Lk.
Ostrea flabellula, Lk.
Pecten squamula, Lk.
— *multistriatus*, Desh.
— *breviauritus*, id.
Pectunculus depressus, Lk.
Pleurotoma dentata, id.
— *bicatena*, id., var.
— *clavicularis*, id., var.
— *pyrulata*, id., var.
— *uniserialis*, Desh.
Pyrula tricosta, Desh.
Rostellaria fissurella, Lk.
— *lævigata*, Mellev.
Scalaria tenuilamella, Desh.
— *monilifer*, Mellev.
Sigaretus canaliculatus, Sow.
Solarium plicatum, Lh.
— *canaliculatum*, id.
— *bistriatum*, Desh.
— *granulosum*, Mellev.
Solen vagina, Lk.
Tellina rostralis, id.
Tornatella inflata, id.
Triton angustum, Desh.
— *bicinctum*, id.
Trochus agglutinans, Lk.
Turritella imbricataria, id., var.
— *abbreviata*, id.
Umbrella laudunensis, Mellev.
Venericardia planicosta, Lk.
— *imbricata*, id.
Voluta crenulata, id.
— *angusta*, Desh.

La faune de ce banc est assez variée, comme on le voit, et elle se compose de coquilles exclusivement marines. Dans le nombre de ces espèces je me contenterai d'en signaler trois : l'*Umbrella laudunensis* dont le genre n'était point encore connu à l'état fossile dans le bassin de Paris, avant que je l'y eusse découvert; le *Fusus ficulneus* qu'on retrouve communément dans le calcaire grossier, mais que je n'ai pu jusqu'ici découvrir dans aucune des couches intermédiaires entre cette formation et le septième banc du second étage des sables inférieurs; enfin, le *Pectunculus depressus* dont

l'abondance est telle dans certaines localités qu'on l'y ramasserait en quelque sorte à la pelle.

Le banc suivant est formé d'un sable vert, fin, glauconieux, un peu micacé, souillé par place de fer limoneux. De même que dans le précédent, on y remarque des rognons d'un calcaire friable, tachant les doigts et en tout semblable à de la craie. Ce banc ne renferme pas de fossiles, ou, si par hasard il en a, ce sont les mêmes que ceux du banc suivant. Épaisseur, environ 2 mètres.

Le neuvième et dernier banc est aussi le plus intéressant de tous ceux qui composent l'étage moyen des sables inférieurs, tant par le nombre considérable et la variété infinie de ses fossiles, que par sa nature calcaire qui lui donne souvent une fausse ressemblance avec le calcaire grossier. Dans ses affleurements il se présente ordinairement à l'état friable, mais parfois aussi il offre des parties agrégées dont la ressemblance avec le véritable calcaire grossier est si complète, qu'il serait impossible à aucun géologue d'en faire la différence. Ce banc forme d'ailleurs un excellent horizon géologique, car je l'ai retrouvé dans tout le nord du bassin parisien, depuis la porte même de la capitale, à Auvers, jusque dans le département du Nord, à Cassel. On peut même supposer qu'il se prolonge jusque dans la Belgique, M. Dumont ayant décrit, sous le nom de *sables calcaires des environs de Bruxelles*, des couches où l'on retrouve ses principaux caractères minéralogiques et paléontologiques. L'épaisseur de ce banc est, à Laon, de 4 à 5 mètres.

Voici la liste complète des fossiles que j'ai recueillis moi-même dans les nombreux affleurements de ce banc que l'on trouve sur les flancs de la colline de Laon :

RADIAIRES.

Alveolina oblonga, Desh.
Lunulites radiata, Lk.

ANNÉLIDES.

Dentalium tarentinum.
— *fissura*, Lk.
— *costellatum*, Desh.
— *incertum*, id.
— *pseudo-entalis*, id.
— *strangulatum*, id.
Serpules, plusieurs espèces.

CONCHYFÈRES ET MOLLUSQUES.

Ampullaria conica, Lk.
Ampullaria acuminata, Lk.
Auricula ringens, id.
— *acicula*, Desh.
Ancillaria olivula, Lk.
— *buccinoides*, id.
Anomia tenuistriata, Desh.
Arca globulosa, id.
— *biangula*, id.
Bulla conulus, id.
— *coronata*, Lk.
— *semistriata*, Desh.
— *lignaria*, Linn.
— *cylindrica*, Brug.
Bifrontia laudunensis, Desh.
— *bifrons*, id.

Bifrontia serrata, Desh.
Buccinum stromboides, Lk.
— *obtusum*, Desh.
Bulimus terebellatus, id.
Cancellaria evulsa, Sow.
— *crenulata*, Desh.
— *elegans*, id.
Cerithium clavus, Lk.
— *clathratum*, Desh.
— *semigranulosum*, Lk.
— *terebrale*, id.
— *pyreniforme*, Desh.
— *unisulcatum*, Lk.
— *perforatum*, id.
— *inversum*, id., var. *a*.
— *gibbosulum*, Mellev.
— *tenuistriatum*, id.
— *canaliculatum*, id.
— *sulcifer*, id.
— *heteroclitum*, id.
— *regulare*, id.
— *cancellaroides*, id.
Calyptræa lamellosa, Desh.
— *lævigata*, id.
Cassidaria carinata, id.
Corbula striata, Lk.
— *gallica*, id.
— *Victoriæ*, Mellev. (*Neræa Mellevillei*, d'Orb.).
Conus bicoronatus, Mellev.
Corbula longirostris, Desh.
Cardium lima, id.
— *semistriatum*, id.
— *hybridum*, Lk.
— *discor*, id.
— *fragile*, Mellev. (*C. subfragile*, d'Orb. (1).
Chama papyracea, Lk.
— *calcarata*, id.
— *plicatella*, Mellev.
Crassatella tumida, Lk.
— *lamellosa*, Desh.
— *tenuistriata*, id.
— *trigona*, id.
— *compressa*, Lk.
Cypræa sulcosa, Lk.
— *acuminata*, Mellev.
Cypricardia oblonga, Desh.
Cytheræa obliqua, id.
— *suberycinoides*, id.
— *nitidula*, Lk.
Delphinula striata, id.
— *marginata*, id.
Dreissena serrata, Mellev.
Erycina elegans, Desh.
Fusus incertus, Lk.
— *aciculatus*, id.
— *exiguus*, Desh.
— *costarius*, id.
— *rugosus*, Lk.
— *longævus*, id., var.
— *bulbiformis*, id., var. *c*.
— *regularis*, Sow.
— *affinis*, Mellev.
— *angusticostatus*, id.
Fissurella squamosa, Desh.
— *costaria*, id.
— *Minosti*, Mellev.
Lenticulites planulata, Lk.
Lucina gibbosula, id.
— *squamosa*, id.
— *divaricata*, id.
— *radians*, Mellev.
— *Argus*, id.
Mactra semisulcata, Desh.
Marginella ovulata, Lk.
Melania costellata, id.
— *nitida*, id.
— *marginata*, id.
— *cochlearella*, id.
Modiola papyracea, Desh.
— *hastata*, id., var.
— *tenuistriata*, Mellev.
Murex fistulosus, Brocc.
— *tubifer*, Brug.
— *foliaceus*, Mellev.
Mitra graniformis, Lk.
Natica canaliculata, Desh.
— *hybrida*, id.
— *epiglottina*, Lk.

---

(1) Cette espèce doit être maintenue, de l'avis de tous les conchyiologues qui l'ont vue dans ma collection.

Natica labellata, Lk.
— *sigaretina*, Desh.
— *depressa*, id.
— *mutabilis*, Lk.
— *semistriata*, Mich.
Nautilus.
Nerita conoidea, Lk (1).
Nucula margaritacea, id.
Nummulites planulata, id.
Oliva mitreola, Desh.
Ostrea cymbula, id.
— *mutabilis*, id.
— *flabellula*, id.
Ovula spelta, Lk.
Pectunculus granulosus, Desh.
— *dispar*, Lk.
— *depressus*, Desh.
Pecten squamula, Lk.
— *solea*, Desh.
— *corneus*, Mellev.
Parmophorus angustus, Lk.
— *elongatus*, id.
Placuna solida, Mellev.
Pleurotoma clavicularis, Desh.
— *pyrulata*, Lk, var.
— *dentata*, id.
— *undata*, id.
— *turrella*, id.
— *uniserialis*, Desh.
— *affinis*, Mellev.
— *lævigata*, id.
— *filifer*, id.
— *spirata*, id.
— *monilifer*, id.
Pileopsis squamæformis, Lk.
Pyrula nexilis, id.
— *tricostata*, Desh.
Pholadomya margaritacea, Sow.
Pinna margaritacea, Lk.
Rostellaria fissurella, id.
— *macroptera*, id.
— *columbaria*, id.
Sepia, plusieurs espèces.
Scalaria multilamella, Bast.
Sigaretus canaliculatus, Sow.
Solarium bistriatum, Desh.
— *granulosum*, Mellev.
Solen ovalis, Desh.
— *vagina*, Lk.
Spondylus ravispina, Desh.
— *radula*, Lk.
Trochus agglutinans, id.
Turritella imbricataria, id., v. *b*.
— *abbreviata*, Desh.
— *rotifera*, Lk.
— *incerta*, id.
— *terebellata*, id.
— *hybrida*, Desh.
— *carinifera*, id.
— *marginulata*, Mellev.
Tornatella sulcata, Lk, var.
— *alligata*, Desh.
— *elegans*, Mellev.
Tellina donacialis, Lk, var.
— *rostralis*, id.
Terebellum fusiforme, id.
Triton angustum, Desh.
— *viperinum*, Lk.
Terebra plicatula, id.
— *minuta*, Mellev.
Turbo lævigatus, Desh.
— *raristriatus*, Mellev.
Umbrella laudunensis, id.
Venus turgidula, Desh.
Voluta crenulata, Lk.
— *trisulcata*, Desh.
— *angusta*, id.
— *musicalis*, Lk.
— *depressa*, id.
Venericardia imbricata, id.
— *asperula*, id.
— *planicosta*, id.
— *decussata*, id.
— *mitis*, id.

POISSONS.

Vertèbres et dents de squale.

(1) Cette coquille caractérise particulièrement le banc n° 9 où elle est fort commune et où elle atteint parfois la taille de 9 centimètres. Je ne l'ai jamais trouvée dans les bancs inférieurs à celui-ci, et, si on

Cette liste comprend en tout 198 espèces auxquelles il convient d'en ajouter 70 à 80 autres qui n'ont point encore été trouvées à Laon, mais dans d'autres localités, ce qui porte à 280 environ le nombre total des espèces composant la faune du banc n° 9. Toutes ces espèces sont marines, et parmi elles il en est un assez grand nombre qui sont communes aux bassins de Paris, de Bordeaux (1) et de Londres. Deux d'entre elles appartiennent aux genres Pholadomie et Placune, qui n'avaient point encore été signalés à l'état fossile dans le bassin parisien. Enfin, je dois faire remarquer que les Nummulites font ici leur première apparition dans les couches tertiaires.

Sur ce banc n° 9, si remarquable par l'abondance de ses fossiles, reposent parallèlement deux systèmes de couches dont la nature minéralogique est fort différente. Je dois beaucoup insister sur le parallélisme de ces couches (expression qui n'est point ici synonyme de contemporanéité), moins peut-être parce que ce parallélisme est bien réel, que parce qu'il peut seul éclaircir certains faits qui resteraient inexplicables si on ne le connaissait pas, et surtout parce que, seul, il doit donner la clef de la formation de ces terrains.

Le premier système, et évidemment le plus ancien d'âge, constitue mon *troisième étage des sables inférieurs.* Dans les localités où il acquiert tout son développement, comme par exemple à Chavailles, commune de Martigny, il atteint une épaisseur de 15 à 16 mètres et se divise en sept ou huit bancs au milieu desquels on remarque souvent des grès verts se divisant en cubes. Ces sables sont généralement glauconieux, et quelquefois même, comme à Cerny-en-Laonnois, ils passent à une nuance d'un vert magnifique.

A Laon, ce premier système moins développé ne présente, comme d'ailleurs dans beaucoep d'autres localités, qu'une simple bande appliquée à la lisière du plateau, et par cette disposition singulière masque si complétement le second système que, jusqu'à ce que je l'eusse signalé, aucun géologue ne l'avait reconnu. On peut y distinguer néanmoins trois bancs différents de sable. Le premier, celui qui repose sur le banc n° 9 du second étage, est

---

la rencontre parfois dans les couches de Cuise qui reposent sur lui, elle y devient fort rare et y reste constamment de petite taille.

(1) A celles des espèces communes aux bassins de Paris et de Bordeaux, il convient d'ajouter le *Cassis saburon*, de Lamarck, découvert récemment par moi dans ce banc, à Mons-en-Laonnois.

formé d'un sable fin, micacé, coulant parce qu'il n'est pas argileux, et composé de grains fins de couleur jaunâtre, au milieu desquels nagent quelques grains noirs. On y trouve aussi un ou deux lits minces de coquilles fossiles semblables à celles du banc précédent. Épaisseur, 3 mètres.

Le second banc est formé d'un sable micacé, jaune, argileux et glauconieux, prenant une texture assez compacte; son épaisseur est de $1^{m},50$.

Enfin, le troisième banc montre un sable gris, veiné de jaune, glauconieux et à peine micacé, dont la puissance est de 2 mètres.

Le second système repose tantôt sur les couches inférieures du précédent, tantôt sur le banc n° 9 du second étage. Selon qu'il est plus ou moins développé, il offre un ensemble composé de bancs de sables et de glaise entremêlés, dont la puissance égale celle du système précédent quand il atteint tout son développement, auquel cas il le remplace entièrement. Son importance a été jusqu'ici méconnue; car si, d'une part, il offre une puissance assez grande, il prend, de l'autre, des développements considérables, puisqu'il s'étend, comme je le ferai voir dans mon travail annoncé, sur tout le nord du bassin parisien. Il est d'ailleurs associé par places à des dépôts de lignites, et il renferme un nombre considérable de fossiles parmi lesquels on remarque ordinairement un mélange d'espèces marines et d'espèces d'eau douce, particularités qui suffiraient seules pour attirer sur lui l'attention des géologues. C'est à ce système, auquel je donne le nom de *troisième étage d'argiles à lignites*, qu'appartiennent les bancs coquilliers *supérieurs* de Cuise-Lamotte, ceux de Mercin près de Soissons, etc. (1).

Voici l'ensemble de ce système tel qu'il a été mis à découvert,

---

(1) A Cuise comme à Laon, à Mons-en-Laonnois et partout ailleurs, on trouve d'abord un banc de *sable calcaire* pétri de fossiles *tous marins sans exception*, parmi lesquels dominent les petites Turritelles et la *Nerita conoidea* de grande taille; c'est mon banc n° 9 parfaitement caractérisé. Par-dessus vient une alternance de *bancs sableux et argileux*, où l'on remarque des lits de lignite et du bois pétrifié avec une quantité considérable de fossiles, *les uns marins*, *les autres d'eau douce*, mélange qu'on ne voit jamais dans le banc n° 9. La séparation des deux systèmes est donc aussi nettement tranchée à Cuise qu'à Laon, tant par la nature minéralogique des couches que par leurs fossiles; aussi suis-je encore à me demander comment on a pu les confondre jusqu'à présent.

il y a dix ans, par les travaux de la nouvelle rampe conduisant à La Neuville (de bas en haut) (1) :

	m c.
Argile verdâtre, sableuse, bigarrée de veines blanches.	2,85
Argile sableuse de couleur jaune ocre.	0,15
Argile verte rubannée.	0,60
Argile jaunâtre sableuse	1,20
Argile gris verdâtre et jaunâtre	1,00
Argile blanche sableuse	0,60
Argile verte et jaune, marbrée de veines blanches (on y trouve parfois des veines minces de lignite). . . .	2,00
Argile gris verdâtre.	0,70
Total. . . .	9,10

Ce troisième étage d'argiles à lignites étant parfaitement développé à Mons-en-Laonnois, où toutefois il ne renferme pas de lignites, je crois devoir en présenter ici la coupe qui m'a été fournie par une tranchée ouverte sur mes ordres, il y a quelques années, au-dessus de ce village. Cette coupe donnera, mieux encore que celle de Laon, une idée exacte de ce système, et fera mieux juger de son importance (de bas en haut) :

	m. c.
Banc n° 9 du second étage des sables inférieurs, très développé autour de Mons en-Laonnois, et très riche en fossiles.	4,80
Sable blanc et vert.	1,80
Sable gris-blanc, pétri de coquilles marines et d'eau douce.	0,40
Sable jaune	0,30
Lit de coquilles brisées.	0,10
Sable jaune vert très argileux.	0,40
Sable blanc veiné de jaune	0,15
Sable jaune	0,35
Argile sableuse pénétrée de veines jaunes	1,15
Sable vert argileux.	0,90
Sable blanc avec veines rougeâtres.	4,50
Sable jaunâtre et verdâtre argileux	0,90
Argile grise	0,90
Argile grise sableuse, avec nodules ferrugineuses.	1,60
Sable vert légèrement argileux	1,00
Argiles panachées blanches et grises.	2,25
Total. . . .	16,70

(1) La présence de ces argiles au sommet de la colline de Laon a de tout temps été remarquée. Pluche en parle dans le *Spectacle de la nature* (t. III, p. 161), et leur attribue une épaisseur de 7 à 8 pieds.

Jusqu'ici aucun fossile n'a été découvert dans ces argiles ; mais on y trouve parfois des fragments très minces d'une coquille bivalve, de couleur noirâtre, qui paraît provenir d'une Moule ou d'une Huître de petite taille. Toutefois, dans quelques rares localités, comme au-dessus de Belleu près de Soissons, ces argiles sont littéralement pétries de fossiles pourris, aussi difficiles à extraire qu'à déterminer.

Ce système argileux forme un niveau d'eau constant, déjà signalé par M. d'Archiac, et donne partout naissance à des sources nombreuses. La ville de Laon n'a rien à envier sous ce rapport aux plateaux voisins. Une trentaine de sources, dont quelques-unes très abondantes, s'échappent de ces glaises à près de 100 mètres au-dessus de la plaine, particulièrement au sud et à l'ouest ; et comme on n'en rencontre que trois ou quatre au nord, on doit conclure de cette double circonstance que ces bancs argileux ont une pente générale vers le S.-O.

Toutefois, il faut admettre aussi que la surface de ces couches présente des inégalités ou rides qui y forment des sortes de petits bassins, au fond desquels circulent ces eaux vives. En effet, un travail exécuté l'année dernière pour établir le niveau d'eau des puits très nombreux dans la ville, lesquels tirent évidemment leurs eaux de la même origine que les sources en question, ce travail, dis-je, a constaté qu'il existe des différences assez sensibles dans le niveau d'eau de ces puits, même quand il sont très voisins. Cette observation vient donc confirmer l'existence supposée d'ondulations ou rides à la surface de ces argiles; autrement on ne pourrait s'expliquer pourquoi les puits élevés ne se vident pas dans ceux situés à un niveau plus bas. Néanmoins, le niveau de l'eau des puits n'est jamais stationnaire ; j'ai constaté qu'il s'élève et s'abaisse alternativement, sans que ces variations correspondent avec la sécheresse ou l'humidité de l'air extérieur. Ainsi, j'ai vu plusieurs fois l'eau de mon puits monter subitement de 20 à 30 centimètres et inonder ma cave, bien qu'on fût en plein été et qu'une sécheresse continue durât depuis quatre à cinq mois. D'un autre côté, il est également certain que le produit des sources varie aussi, de sorte que ces deux observations se corroborent mutuellement.

Quant à la quantité d'eau fournie journellement par ces sources et ces puits, elle n'est pas moins digne d'être remarquée. Un mesurage exécuté par moi en 1832 (1) m'a donné la somme

(1) Voy. le *Journal de l'Aisne* du 27 octobre 1832.

de 190000 litres d'eau en vingt-quatre heures, pour les fontaines seules. En ajoutant à ce chiffre la quantité d'eau enlevée journellement par les puits de la ville, quantité estimée au minimum de 5 litres par habitant, soit 35000 litres d'eau par jour, on arrive au chiffre total de 225000 litres d'eau en vingt-quatre heures, ou 84125 mètres cubes en un an.

Ces chiffres ont été contrôlés par un second mesurage exécuté l'année dernière. Celui-ci a donné un résultat en apparence assez différent du premier, puisque la quantité d'eau fournie par les fontaines ne s'est plus trouvée que de 99799 litres d'eau en vingt-quatre heures. Mais, si l'on fait attention que trois années de sécheresse continue avaient épuisé toutes les citernes de la ville, et que, par suite, la consommation d'eau de puits avait au moins triplé dans le même temps, on s'expliquera à la fois et la diminution des sources coulantes et la différence qui existe entre les deux expériences. En tenant compte en effet de cette consommation exceptionnelle d'eau de puits, que j'estime à 15 litres par tête et par jour au lieu de 5, on arrive à la quantité de 219799 litres d'eau en vingt-quatre heures, ce qui se rapproche assez du chiffre fourni par la première expérience pour autoriser à le considérer comme exact.

Au surplus, ce chiffre lui-même, bien que considérable, est évidemment trop faible encore, car il est certain que plusieurs sources ne sont pas recueillies et se perdent sous terre. Ainsi, il y a environ dix ans, les travaux d'un aqueduc ont fait découvrir sous le sol, près de la porte Saint-Martin, une source abondante qu'on ne connaissait pas auparavant et qu'on n'a pas recueillie.

Toutes ces eaux, eaux de fontaines ou de puits, ont nécessairement une origine commune puisqu'elles coulent au même niveau horizontal et sur la même couche argileuse. Mais où chercher cette origine ? Grande question qui n'est point encore résolue. Les uns la voient dans les eaux pluviales, et prétendent que celles-ci s'infiltrent à travers le sol jusqu'aux glaises où, retenues par ces couches imperméables, elles circulent sous la forme de sources. Mais cette théorie présente de graves difficultés. D'abord, il faudrait prouver que l'infiltration peut s'exercer d'une manière active à travers des roches dures, placées en couches horizontales comme celles qui constituent le plateau de la colline de Laon. Il faudrait ensuite ne pas perdre de vue que ce plateau est presque entièrement couvert d'habitations et que les rues de la ville sont pavées, double circonstance qui diminue sensiblement les chances d'infiltration. Enfin, qu'une partie des eaux pluviales est recueillie dans

des citernes, et que ce qui en reste est rejeté presque entièrement en dehors du plateau par les égouts, de telle sorte que les infiltrations doivent en réalité se borner à fort peu de chose.

Et puis, pour expliquer que les eaux vives continuent à couler après de longues sécheresses sans diminution sensible dans leur volume, il faudrait supposer qu'il existe au-dessus de la glaise d'immenses réservoirs qui pussent alimenter journellement ces sources; autrement elles tariraient aussitôt que s'arrêterait la cause de leur alimentation, c'est-à-dire, quand les pluies viennent à cesser, supposition tout à fait gratuite, puisque aucune observation n'est venue l'appuyer jusqu'ici.

Plusieurs observateurs, frappés de la force de ces objections, auxquelles on pourrait encore en ajouter beaucoup d'autres, préfèrent donc se ranger à l'opinion de Buffon qui voyait dans ces sources le produit de siphons naturels dont les canaux, circulant dans les flancs de la colline de Laon, y formeraient des conduits souterrains par le moyen desquels les eaux de certaines rivières qui coulent à un niveau très élevé seraient conduites, par le seul effet de la loi sur l'équilibre des liquides, jusqu'au sommet de cette colline; or, cette théorie s'accorde mieux que la première, il faut le reconnaître, avec les faits observés, et, comme d'un autre côté elle peut expliquer d'une manière naturelle tous les phénomènes qui accompagnent la circulation des eaux vives sur le plateau de Laon, je pense qu'elle doit être adoptée jusqu'au jour où des observations directes viendront la détruire ou la confirmer définitivement.

La température de l'eau de ces puits donne lieu de son côté à une remarque intéressante. Plusieurs observations thermométriques exécutées en différentes saisons et sur les eaux de différents puits ont établi que leur température est en tout temps inférieure à 8 degrés centigrades, et qu'elle doit être considérée comme étant, terme moyen, de 6 à 7 degrés (1).

Sur les argiles dont j'ai parlé tout à l'heure, s'étend un banc de sable vert, micacé, à gros grains quartzeux, dont la puissance varie entre 2 mètres et $2^{m},50$, et que chacun connaît dans le pays sous le nom d'*arène*. Les fossiles sont rares dans ce banc de sable; quand il y en a, ce sont toujours les mêmes que ceux des couches qui le recouvrent. En revanche, on y trouve abondamment des

---

(1) Voyez plus loin le tableau relatif à la température des caves. La température des sources qui alimentent les fontaines extérieures diffère beaucoup de celle des puits ; mais cela s'explique par cette cir-

dents de Squale, un petit polypier, la *Turbinolia elliptica* de Cuvier, deux espèces de Peignes et plusieurs oursins encore inédits. On remarque aussi dans ce banc de sable des rognons tuberculeux, parfois d'un assez fort volume, de grès à ciment calcaire, connus des ouvriers sous le nom de *poivéreaux*, et différents lits de gravier dont les grains atteignent jusqu'à un centimètre cube. Ce gravier est formé de fragments arrondis de quartz de toutes les nuances, bruns, noirs, gris, verts, blancs ou roses (1). Je possède aussi un morceau gros comme le poing de silex jaunâtre roulé, également recueilli dans cette arène.

Au-dessus s'élèvent des bancs puissants d'une roche calcaire qui forme partout le couronnement de la colline. Cette roche, ou *calcaire grossier* des géologues, présente dans son plus grand développement une épaisseur de 12 à 14 mètres, et se divise en plusieurs bancs distincts d'une homogénéité variable, tantôt pétris

---

constance, qu'avant de paraître au jour les sources des fontaines traversent des couches superficielles exposées à toutes les influences atmosphériques qui réagissent nécessairement sur leur température. Voici, au surplus, quelques observations thermométriques faites par moi sur les sources des fontaines de Laon :

DATES DES OBSERVATIONS.	Température extérieure.	Fontaine Royer.	Fontaine Saint-Georges. 1re source.	Fontaine Saint-Georges. 2e source.	Fontaine Guillot.	Fontaine de la porte-Saint-Martin.	Fontaine des Creutes.
12 juillet 1837 (therm. centigr.)	+ 24,0	+ 9,2	+ 14,0	+ 12,0	+ 12,0	+ 12,5	+ 10,6
4 décembre	+ 5,2	+ 8,0	+ 7,8	+ 9,2	+ 8,0	+ 9,8	+ 10,6
22 décembre	+ 4,5	+ 8,0	+ 8,0	+ 9,0	+ 9,0	+ 9,6	+ 10,0
8 janvier 1838	— 5,5	+ 7,0	+ 7,0	+ 9,0	+ 7,0	+ 9,0	+ 9,0
22 janvier, après 15 jours de froids très vifs	+ 1,8	+ 7,0	+ 5,0	+ 6,7	+ 6,0	+ 8,0	+ 9,0
14 février, après un mois de froids très vifs	— 1,4	+ 7,0	+ 5,0	+ 6,8	+ 4,5	+ 7,6	+ 9,1
5 mars, après un dégel et de grandes pluies	+ 11,2	+ 7,5	+ 7,0	+ 7,8	+ 5,2	+ 7,8	+ 9,7
1er mai, après 15 jours de pluies	+ 16,0	+ 8,0	+ 11,1	+ 9,8	+ 9,6	+ 10,4	+ 10,1
25 juillet, après 15 jours d'un temps froid	+ 14,5	+ 8,4	+ 8,0	+ 11,0	+ 15,0	+ 12,1	+ 10,5

(1) Ce gravier, provenant des roches entièrement étrangères au pays, mériterait, je pense, d'être étudié d'une manière spéciale. Plusieurs de ces fragments présentent cette particularité d'avoir leurs surfaces couvertes d'un réseau fin et régulier comme certains fossiles, dont ils ne sont peut-être que des débris agatisés.

de fossiles, tantôt n'offrant aucune trace de débris organiques.

Le banc le plus inférieur, connu sous la dénomination vulgaire de *gris banc*, est d'une dureté extrême ; c'est un véritable grès à ciment calcaire.

Au-dessus se présentent deux bancs d'un calcaire blanc et tendre, à grain assez grossier, lesquels ont été exploités pour la bâtisse ; puis un troisième banc fort remarquable par les traces en nombre vraiment prodigieux de coquilles dont le test a disparu, mais dont les formes sont parfaitement reconnaissables dans les empreintes qu'elles y ont laissées. On y retrouve la faune si riche et si variée du calcaire grossier, et particulièrement le *Cerithium giganteum*. J'ai été assez heureux pour découvrir dans ce banc nommé *banc à liards* par les ouvriers, plusieurs espèces fossiles encore inédites, particulièrement une Natice de grande taille, et une Ovule de la grosseur des deux poings. Ce banc intéressant a 2 mètres ou $2^{m},50$ d'épaisseur.

Viennent ensuite plusieurs bancs ou lits de calcaire tendre ou demi-dur, dont on peut à peine retrouver les vestiges, parce qu'ils ont été exploités pour la bâtisse.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des bancs réguliers du calcaire grossier ; mais cette formation présente, à Laon et dans beaucoup d'autres localités, un phénomène très remarquable dont on ne s'est point encore assez occupé. Au milieu de ces bancs si régulièrement stratifiés, on remarque que, par places, le calcaire grossier se montre sous forme de masses incohérentes, friables, sans strates distinctes, sans débris fossiles apparents, mais pénétrées confusément de rognons très durs, siliceux et tuberculeux, que l'on exploite à Laon et ailleurs sous le nom de *têtes de chat*, pour le chargement des routes.

Il faut bien se garder de confondre ces rognons tuberculeux avec ceux des sables inférieurs dont j'ai parlé précédemment. Les *têtes de chat* du calcaire grossier sont constamment formées de calcaire siliceux à cassure conchoïde, *toujours miroitante*. On trouve fréquemment avec elles des amas rayonnés de cristaux de chaux carbonatée, autrefois connue sous le nom *d'arragonite du Laonnois*.

La modification de texture du calcaire grossier, que je viens de signaler, offre cette particularité qu'elle se présente généralement sur des espaces assez circonscrits, mais toujours entourés par les couches régulièrement stratifiées de cette formation. On ne saurait, selon moi, expliquer cette disposition étrange qu'en supposant (conjecture de tout point conforme à l'observation) que ces masses sont sorties à l'état de bouillie du sein de la terre dans les

bassins où se déposait le calcaire grossier, et cela au moment même de sa formation. Je dirai d'ailleurs dès à présent que les masses du calcaire grossier ainsi modifié paraissent correspondre à d'anciens canaux souterrains qui percent la roche de part en part, en s'enfonçant sous terre jusqu'à des profondeurs encore inconnues.

Ces cavités, de forme cylindrique, sont ordinairement remplies par une argile légèrement sableuse de couleur jaune, parfaitement identique avec le limon rouge du diluvium, et dans laquelle on trouve fréquemment des cailloux elliptiques de quartz roulés dont le grand axe est toujours placé dans une position verticale. Cette disposition remarquable démontre, à mon avis, que le remplissage de ces anciens canaux s'est opéré de bas en haut par des eaux bourbeuses, au sein desquelles nageaient des galets arrondis provenant de roches tout à fait étrangères au pays.

J'ai pu constater, dans le calcaire grossier de Laon, la présence de ces canaux cylindriques, dont le diamètre varie de 10 centimètres à 1 mètre et plus; mais, pour les bien observer, il faut se rendre aux carrières de Veslud et Parfondru, à 10 kilomètres à l'est de Laon, où l'on en trouve en grand nombre.

A Laon comme dans les collines voisines, la masse du calcaire grossier est divisée par des fentes verticales ouvertes par le haut de manière à affecter la forme d'un V. Il ne s'en voit pas au centre du plateau; elles se trouvent toutes sur ces bords où elles suivent une direction parallèle aux contours de la colline. Quelquefois vides, ces fentes sont ordinairement remplies de fragments de roches arrachés aux bancs supérieurs de la formation et souvent empâtés dans un limon argileux jaune (diluvien). Des fissures verticales partagent également la masse calcaire dans tous les sens; mais ces dernières fentes ont un caractère différent des précédentes; elles sont étroites dans toute leur hauteur et ne s'ouvrent jamais en V dans le haut. Ce sont de véritables failles (filières des ouvriers) produites par le tassement du terrain, tandis que les fentes verticales précédentes sont évidemment des écartements produits par le déchaussement de la roche sur les bords de la colline.

Toute la masse calcaire dont je viens de donner la description est encore percée à différents niveaux, mais cette fois de main d'homme, par de vastes couloirs horizontaux qui servent de caves aux habitants de la ville. Ce sont autant d'anciennes carrières d'où l'on a autrefois tiré les matériaux qui ont servi à construire les habitations. La première cave est située immédiatement au-dessous du rez-de-chaussée des maisons : sa profondeur varie de 4 à 5 mètres. On trouve parfois au-dessous une seconde

cave dont le toit est formé par un banc de la roche qui n'a point été exploité. Enfin, la troisième cave est creusée dans les arènes, et le gris banc lui sert ordinairement de toit. Cette troisième cave dont le plancher est formé par les glaises aquifères dont j'ai précédemment parlé, se trouve par conséquent au niveau des puits de la ville, et est naturellement très humide, de sorte que, comme l'a très bien fait observer, il y a cinquante ans, le père Cotte (1), les objets qu'on y expose sont promptement pénétrés de cette humidité. Il serait fort intéressant de faire les expériences nécessaires pour constater le degré exact de cette humidité et les variations qu'elle peut subir dans le cours de l'année.

J'ai fait moi-même dans ces caves quelques expériences thermométriques qui m'ont donné des résultats fort curieux. J'avais choisi pour ces expériences les caves de l'ancien Hôtel-Dieu qui m'ont paru présenter toutes les conditions désirables. Ces caves sont vastes, à trois étages superposés, et ne communiquent avec l'air extérieur que par l'orifice étroit de deux puits. La première, dont le plancher est à 9 mètres environ au-dessous du sol, est creusée dans le banc du calcaire grossier rempli de moules et d'empreintes de coquillages dont il a été précédemment parlé; un autre banc calcaire où l'on remarque quelques petites fentes, en forme le toit. On n'y voit aucun suintement d'eau.

La seconde cave, moins étendue, est creusée dans les bancs inférieurs de la même formation. Son plancher est à environ 12 mètres au-dessous du sol de la rue.

Enfin, la troisième cave est établie au niveau des deux puits dans les arènes où elle forme des couloirs très étendus. Voici le tableau de cinq expériences thermométriques que j'y ai faites à différentes époques de l'année :

DATES.	Extérieur.	1re cave.	2e cave.	3e cave.	1er puits.	2e puits.
18 novembre 1857, par un brouillard épais et après un mois de pluies. .	+ 6,0	+ 8,0	+ 8,0	+ 7,0	»	»
23 décembre, après des pluies. . . .	+ 10,0	+ 8,0	+ 7,6	+ 7,4	+ 5,5	+ 6,5
11 janvier 1858, après 15 jours de sécheresse et des froids très vifs. .	— 4,5	+ 8,1	+ 6,5	+ 5,6	+ 4,0	+ 5,6
6 mars, après un fort dégel et des pluies.	+ 10,5	+ 9,6	+ 5,2	+ 2,5	+ 5,4	+ 5,1
4 juin, après 15 jours de pluie continue.	+ 14,1	+ 8,1	+ 5,6	+ 5,1	+ 4,6	+ 5,9

(1) *Journal des mines*, t. VI, p. 651.

Il résulte de ce tableau que la température de ces caves décroît en raison de leur profondeur, de telle sorte que la température moyenne de la cave supérieure a été, en sept mois, de + 8,1 centigrades, celle de la seconde cave de + 6,2 et celle de la cave inférieure de + 5,5 seulement, température qui se rapproche beaucoup de la moyenne de l'eau des deux puits, qui a été dans le même temps, pour l'un, de + 4,4 et pour l'autre de + 5,8.

Un autre résultat non moins curieux de ce tableau c'est que les grandes variations de la température extérieure ont à peine affecté celle de ces caves. Ainsi, pendant que la température de l'air extérieur variait en 7 mois de 18 degrés centigrades, celle de la première cave n'a varié que de 1°,6, celle de la deuxième cave, de 4°,8, et celle de la troisième cave de 5°,1, tandis que la température de l'eau des puits ne variait dans le même temps que de 2°,1 pour l'un, et seulement de 1°,4 pour l'autre.

Par-dessus toutes les couches précédentes, sableuses, argileuses ou calcaires, qui composent le massif de la colline de Laon, on en remarque une dernière dont l'allure est fort différente de la leur. Au lieu de former comme elles un banc horizontal coupé en biseau sur les flancs de la montagne, elle les surmonte toutes en stratification concordante sur le plateau, contrastante sur les pentes de la colline, de manière à les envelopper comme d'un vaste manteau. Cette couche, dont l'épaisseur varie de 50 centimètres à 1^{m},50 et davantage, est formée d'un limon argilo-sableux de couleur jaune-ocre, passant parfois à la nuance brune par une addition de carbone. Ce limon ne renferme pas de fossiles à Laon; mais aux environs, par exemple entre la Fère et Chauny, on y trouve de nombreux débris de mammifères et de carnassiers, provenant d'espèces animales éteintes ou qui n'habitent plus nos contrées. C'est à ce limon, qui se retrouve avec des caractères identiques sur tout l'ancien continent, dans l'Asie et dans l'Inde, en Afrique, dans les deux Amériques, et jusque dans la Nouvelle-Hollande, que j'ai réservé particulièrement le nom de *diluvium*, comme étant le produit d'un cataclysme céleste général qui a profondément raviné la surface du globe, et a particulièrement contribué à lui donner son relief actuel, surtout dans nos contrées (1).

Le *diluvium* se divise en deux assises : la supérieure est formée

---

(1) Voir mon mémoire intitulé : *Du diluvium ; Recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom, et sur la cause qui les a produits*, 1842. Paris, Roret.

par les limons que je viens de décrire ; l'inférieure se compose de sable, de graviers, de cailloux et même de blocs de roches volumineux. Ce second étage n'existe guère que dans les plaines basses, et cela s'explique facilement par la pesanteur des matériaux dont il est constitué. A Laon, il est accusé par des dépôts formés de débris quelquefois très volumineux de roches arrachées au plateau, lesquels ont glissé sur les pentes de la colline quelquefois jusqu'à sa base. Les travaux de la nouvelle rampe, qui relie celle de Vaux au chemin de fer, ont mis récemment au jour un de ces dépôts ; il se composait de débris de toutes grosseurs, quelques-uns ayant jusqu'à 2 et 3 mètres cubes, et provenant tous du calcaire grossier qui constitue le plateau de la montagne. Ces débris formaient un amas considérable empâté et recouvert par les argiles diluviennes, au sein desquelles ils gisaient entassés comme d'ordinaire dans un désordre inexprimable.

Le Secrétaire donne communication de la note suivante de M. J. Cornuel :

Notice sur le groupe du grès vert inférieur du bassin de la Seine, sur sa division d'après les oscillations du sol et les caractères zoologiques et stratigraphiques, et sur ses rapports, assise par assise, avec les diverses parties du groupe wealdien et du lower green-sand *d'Angleterre ;* par M. J. Cornuel.

Renfermé dans ses véritables limites paléontologiques, le groupe du grès vert inférieur (*lower green-sand*) du bassin de la Seine affleure d'une manière continue à l'E. et au S.-E. de ce bassin, depuis les environs de Vaubecourt (département de la Meuse) jusqu'à Sancerre, Bué et Subligny (département du Cher). Ses limites de longueur sont celles que lui ont assignées les explorations de MM. Buvignier et Raulin dans la Meuse et dans le Sancerrois. La zone qu'occupe cet affleurement, considérée dans sa ligne moyenne, forme un angle obtus d'environ 130 degrés, dont le sommet est à peu près sur la limite des arrondissements de Wassy et de Bar-le-Duc. Pour l'intelligence de nos indications, nous nommerons ce sommet et les parties avoisinantes *angle oriental du bassin*. Par la place où se trouve cet angle, on voit tout de suite que les prolongements de ses côtés sont inégaux. Le plus long traverse, en quittant la Haute-Marne, les départements de

l'Aube, de l'Yonne et de la Nièvre, et ne s'efface que dans celui du Cher. Sa direction est S.-O., ou, plus exactement, O. 40° S., parallèle à celle du soulèvement de la Côte-d'Or. Le plus court, dirigé du S. au N., cesse dans la localité de la Meuse que nous avons indiquée, après avoir longé la limite occidentale de ce dernier département et traversé un angle du département de la Marne. Des indices de prolongement ont été signalés, il est vrai, au delà des points extrêmes mentionnés plus haut, c'est-à dire, d'une part, jusqu'aux alentours de Grandpré (département des Ardennes), et de l'autre jusqu'à la limite O. du département du Cher ; mais il y a, à leur égard, une grande incertitude, et ils ne peuvent servir à la distinction des assises et des couches, à cause du peu de netteté ou de la confusion des caractères principaux dans la première de ces deux localités, et de l'absence de caractères zoologiques dans la seconde.

Dans le sens transversal, la plus grande largeur continue de la zone est dans l'angle oriental du bassin ; elle n'y a pas moins de 20 kilomètres à partir du bord extérieur de l'affleurement des sables verts, et elle excède 28 kilomètres, si l'on y comprend seulement les derniers *outliers* néocomiens restés en place, sans s'occuper des restes de ceux qui ont subi un remaniement. M. Leymerie ne lui donne, dans l'Aube, que 4 lieues en moyenne, y compris les sables verts et le gault qui ne font pas partie du même groupe. Quant à l'épaisseur, elle n'est pas plus forte dans l'Aube que dans la Haute-Marne, et M. Buvignier a présenté sur ce point des observations critiques pleines de justesse (*Statist. géol. de la Meuse*, p. 492 et 493), et qui dispensent de rechercher si certaines apparences locales ne sont pas dues à des failles.

Le contour extérieur de l'angle oriental forme une sorte d'éperon dans l'arrondissement de Bar-le-Duc, à la limite de la Haute-Marne et de la Meuse. Plusieurs failles que nous avons indiquées autrefois, et dont quatre sont tracées sur une carte (*Mém. de la Soc. géol.*, 1re sér., IV, p. 273, et pl. XIII, fig. 2, et pl. XIV, fig. 2, 3, 5, 8 et 10), ont modifié les niveaux de différentes manières. Celle de Lévigny a abaissé le sol par son côté intérieur au bassin ; celle de la Gatère, Ferrières et Blécourt, double par un affaissement entre deux fractures, ce que M. Royer a reconnu le premier, a eu pour effet principal, à Blécourt, un abaissement à l'extérieur ; enfin, celle qui commence à Chatonrupt et peut-être à Joinville, et s'étend par Narcy, Coutances, etc., jusqu'aux environs de Trois-Fontaines-l'Abbaye, a produit un abaissement considérable de la partie extérieure au bassin, et peut-être, par

une sorte de mouvement de bascule, un exhaussement local de l'affleurement portlandien. Ces failles ont dû influencer l'action de la dénudation qui a eu lieu plus tard ; mais leur influence ne paraît pas s'être exercée bien loin. Certains faits, que nous énoncerons plus bas, nous portent à penser que le rivage ancien formait une courbe rentrante au nord du sommet de l'angle, sur le sol du département de la Meuse, et qu'ainsi la faille commune à ce département et à celui de la Haute-Marne n'a contribué que pour une faible part à la configuration actuelle de l'affleurement néocomien.

Les parties du groupe qui traversent les départements de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne ont été décrites dans différentes publications, au nombre desquelles est notre mémoire précité, lu à la Société géologique le 6 mai 1839. M. d'Archiac a analysé et coordonné ces publications dans l'*Histoire des progrès de la géologie*, et y a joint le résultat des observations par lui faites sur plusieurs points de la zone, et notamment dans les départements de la Nièvre et du Cher (*Hist.*, IV, p. 278 à 304, 317 à 326 et 384). Depuis, M. Buvignier a donné la *Statistique géologique de la Meuse*, et M. Raulin celle de l'Yonne.

La liste des fossiles qui accompagne notre premier travail s'est trouvée bientôt en arrière des progrès de la paléontologie ; aussi l'avons-nous remplacée, pour ce qui concerne les mollusques, par d'autres listes qui ont été éditées dans le *Bulletin* (2e sér., t. VIII, p. 430), et qui sont accompagnées d'additions à notre description, et de la série des noms des entomostracés et des foraminifères que nous avons découverts et fait connaître. En rapprochant ces listes de celles qui ont été dressées par MM. Leymerie, Buvignier et Raulin pour l'Aube, la Meuse et l'Yonne ; par M. d'Archiac pour différentes localités de ces départements ; par M. Raulin pour le Sancerrois, et par M. Renevier, en addition aux espèces d'une de nos couches (*Bull.*, 2e sér., XII, p. 89 et suiv.), on a un ensemble qui donne d'autant plus exactement la partie la plus importante de la faune que chacun a procédé par distinction des mêmes couches. Cette circonstance nous dispense de faire un tableau général des mollusques du groupe. Nous ne nous sommes pas occupé des mollusques-bryozoaires, des échinodermes, des polypiers (1), des amorphozoaires, non plus que des crustacés, des Serpules et

(1) Plusieurs polypiers de la Haute-Marne ont été déterminés par M. de Fromentel dans sa *Description des polypiers de l'étage néocomien*.

d'autres débris d'un ordre plus élevé, bien que la Haute-Marne en soit assez bien pourvue, parce que notre sujet actuel ne l'exigeait pas.

Ce que l'on connaît suffit donc pour nous dispenser de donner une description applicable à tout le groupe dont il s'agit. Aussi la tâche que nous nous imposons est l'étude des rapports des étages entre eux et de leurs couches avec celles de l'autre bord du bassin anglo-parisien, et une division de la série du *grès vert inférieur* de tout ce bassin qui soit en harmonie avec les phénomènes physiques qui ont influé sur la formation de ses diverses parties.

M. Élie de Beaumont ayant enseigné publiquement, à l'École des mines, que le terrain néocomien et les dépôts wealdiens étaient contemporains, son opinion, acceptée par de savants géologues, fut soutenue et développée par M. Leymerie dans son mémoire sur l'Aube (*Mém.*, 1re sér., IV, p. 358). Ce synchronisme ne tarda pas à être nié par M. Fitton dans une communication faite à la Société géologique de France (*Bull.*, 2e sér., I, p. 438). L'éminent géologue anglais cite 60 espèces fossiles du *lower green-sand* dont 56 déterminées par M. Édouard Forbes, comme se trouvant à la fois en Angleterre et en France, et, dans le nombre total, nous en remarquons 35 qui appartiendraient simultanément au terrain néocomien de France et aux couches inférieures du *lower green-sand* anglais, jusques et y compris l'assise des *crackers* et son équivalent le *kentish-rag*. M. Leymerie essaya de réfuter ce qu'avançait M. Fitton, et, après avoir critiqué la détermination de huit des espèces fossiles indiquées par M. Forbes comme existant dans le *lower green-sand* d'Angleterre et dans nos couches néocomiennes, il exprime ses doutes sur la valeur du surplus des listes de ce dernier géologue (*Bull.*, 2e sér., II, p. 41). M. Fitton tint bon, en faisant paraître dans le *Quarterly Journal of the geol. Soc. of Lond.*, vol. III, 1847, un nouveau travail beaucoup plus complet que le premier, et dans lequel cependant il mit la *marne calcaire bleue* et le *calcaire à Spatangues* du bassin de la Seine au même niveau que le *kentish-rag* et la couche 5 de l'assise des *crackers*. Il rapporta cette fois, quoique avec doute, l'assise la plus basse de notre étage néocomien actuel au groupe wealdien, ainsi qu'on le voit dans le tableau de coupes comparées joint à sa nouvelle publication. Dans notre mémoire, nous avions déjà assimilé la même assise aux *sables d'Hastings*, mais, n'ayant sous les yeux, en 1851, que la première communication de M. Fitton, nous avons suivi celle-ci dans le *Bulletin* de cette dernière

époque, en rapportant toute la série de l'est au *lower green-sand*. Dans le même temps, on écrivit en France que la véritable faune néocomienne inférieure avait été reconnue en Angleterre entre le principal niveau de l'*Exogyra sinuata*, Leym., et l'argile de Weald, et la question semble résolue dans ce dernier sens.

Nous devons d'autant plus de reconnaissance à M. Fitton de ce qu'il a bien voulu nous gratifier spontanément d'un exemplaire de sa publication de 1847, que cet ouvrage, que nous ne citerons désormais que par sa date, va nous donner la possibilité d'établir couche par couche, ou au moins assise par assise, les véritables rapports qui existent entre les dépôts des deux bords opposés du bassin, et de sortir, nous l'espérons du moins, du conflit d'opinions que nous venons de mentionner. L'auteur nous paraît avoir tenu compte des observations de M. Leymerie au sujet de la détermination de certaines espèces fossiles ; mais, en fût-il autrement, la grande somme de faits que contient son travail, et que résume le grand tableau placé à la suite du texte, ne pourrait pas être annihilée par quelques erreurs de détermination, nécessairement en petit nombre, mais difficiles à éviter dans des travaux de ce genre. A la vérité, les éléments zoologiques recueillis des deux côtés du détroit ne peuvent pas servir tous à des comparaisons. Il y a des espèces qui n'ont été observées jusqu'à présent que dans une des deux parties géographiques du bassin, ayant dû sans doute leur *habitat* local à la disposition et à la nature particulière du littoral, plus encore qu'à la température qui est regardée comme ayant été uniforme dans les âges anciens du globe, surtout pour les mers de peu d'étendue. Il y en a d'autres, au contraire, qui, soumises seulement à une condition physique plus générale, la profondeur, ont vécu dans les diverses régions du bassin, partout où elles trouvaient le niveau favorable à leur développement. C'est ainsi que sur les 131 mollusques du tableau général de M. Fitton et de sa liste additionnelle, déduction faite de quelques variétés et de quelques espèces indéterminées, on n'en connaît que 87 qui existent à la fois en France et dans l'île de Wight (1). Mais ces derniers sont en nombre assez considérable pour se prêter à un travail comparatif digne d'attention.

En 1844, nous avons signalé les principales oscillations du lit-

(1) Il y a d'autres espèces de France qui se trouvent en Angleterre, ailleurs que dans la coupe d'*Atherfield*, à *Black-Gang Chine*. Nous les laisserons, pour ne pas courir le risque de rapporter à un niveau ce qui appartiendrait à un autre.

toral oriental du bassin de la Seine pendant la formation du groupe qui fait le sujet de la présente notice (*Mém.*, 2e sér., I, p. 202, et III, p. 259, et *Bull.*, 2e sér., II, p. 105). C'est peut-être pour avoir apprécié inexactement le mouvement précédent qui a mis fin à la série jurassique de l'est, ou pour n'avoir pas produit alors comme preuves les listes de fossiles que nous avons publiées en 1851, que nos remarques sur ces oscillations n'ont obtenu de M. d'Archiac qu'une approbation implicite (*Hist.*, IV, p. 387 et 388). Quoi qu'il en soit, un fait capital qui s'est manifesté ultérieurement nous oblige à insister sur nos observations relatives à ces mouvements, en rectifiant ce qui concerne le début de la période. Nous voulons parler de la faune fluviatile dont nous avons entretenu la Société en 1854, et dont elle a vérifié elle-même l'existence le 12 septembre 1856 (*Bull.*, 2e sér., XII, p. 47, et XIII, p. 867). Il est incontestable maintenant qu'un sédiment fluviatile ou fluvio-lacustre divise en deux parties distinctes les dépôts pélagiens que comprend le groupe du *grès vert inférieur* de l'angle oriental du bassin. Non-seulement il en résulte une limite géologique dont il faut tenir compte, mais il en résulte également que pendant que les sédiments ne recevaient dans l'est que des débris d'animaux d'eau douce, ailleurs ils ne recélaient que des espèces marines, la faune marine, qui n'était pas anéantie, ayant dû se réfugier dans les parages où la mer se retirait ; d'où la conséquence que la diversité de faune n'empêche pas la contemporanéité. Il faut en dire autant des différences que présente une même faune suivant les lieux ; car de tous temps, et surtout à mesure que la surface du sol émergé a augmenté, il y a eu des points littoraux et des eaux profondes. D'un autre côté, par suite d'oscillations du sol, le retour des mêmes conditions physiques a pu reproduire, à différentes époques d'une même période, la même animalisation dans le même lieu ou dans des localités diverses ; de sorte que l'identité des débris organiques de contrées éloignées n'est pas toujours une preuve de contemporanéité absolue ; elle ne l'est que lorsque la faune a été répartie uniformément par le nivellement du fond du bassin entre deux oscillations en sens inverse. Aussi, pour constater un synchronisme assise par assise, et même couche par couche, n'est-ce pas trop de combiner les faits paléontologiques avec les faits stratigraphiques, et même avec les changements de composition minéralogique ?

A part ce que nous dirons des limites du groupe dans le temps et dans l'espace, le plan de la présente notice est tracé dans le tableau suivant qui facilitera beaucoup l'intelligence du texte.

Tableau synoptique des divisions du groupe du grès vert inférieur (lower green sand) *du bassin anglo-français, du synchronisme de ses diverses parties, et des oscillations du sol qui en ont fait varier la faune.*

RÉGION FRANÇAISE.								RÉGION ANGLAISE (ILE DE WIGHT).			
Mouv. princ. indiqués par l'auteur en 1844.	DIVISIONS proposées par l'auteur.			NUMÉROS ET NOMS des couches.		ÉTAT DE LA FAUNE.	INDICATEURS du sens des migrations de la faune.	ÉTAT DE LA FAUNE.	NUMÉROS ET NOMS des assises.	NOMS des groupes.	Mouvements principaux.
	Groupe du gault.			16. Gault.		. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gault.	Lower green-sand.	2e relèvement.
				15. Sable vert.		. . . . .	. . . . .	. . . . .	XVI. Various sands and clays.		
				14. Sable et grès jaunâtres. .		. . . . .	. . . . .	. . . . .	XV. Upper clays and sand rock.		
2e abaissement.	2e étage, ou étage aptien.	2e assise.		. . . . .	supérieure.	Faune nulle ou presque nulle.	. . . . .	Faune marine assez étendue.	XIV. Ferruginous bands of Black Gang Chine.		
				13. Argile à Plicatules ou aptienne.	moyenne. .	Faune marine partagée.		Faune marine partagée.	V à XIII. Scaphites; upper, lower-*Crioceras*; 2nd *Gryphæa*, etc.		
		1re assise.		. . . . .	inférieure. .	Faune marine partagée.		Faune marine partagée.	IV. Lower *Gryphæa* group.		
				12. Couche rouge.		Faune marine étendue.	. . . . .	Faune marine très restreinte.			
Relèvement.	1er étage, ou étage néocomien.	sous-étage néocomien supérieur.	2e assise.	11. Fer oolithique.							Abaissement.
				10. Sable et grès ferrugineux supérieurs.		(Faune fluviatile).	. . . . .	Faune marine très étendue.	III. The crackers. . . .		
				9. Argile rose marbrée. . .							
				8. Grès et sables piquetés. .							
			1re assise.	7. Argile ostréenne. .	supérieure.	Faune marine partagée.		Faune marine partagée.	II. Atherfield-clay. . . .		
					inférieure. .	Faune marine nulle ou presque nulle.		Faune marine étendue	I. *Perna Mulleti*. . . .		
1er abaissement.		sous-étage néocomien inférieur.	2e assise.	6. Marne argileuse jaune. .		Faune marine décroissante. . . .					
				5.	Calcaire à Spatangues. .	Faune marine très étendue.	. . . . .	(Faune lacustre dominante).	Weald-clay.	Wealden.	1er relèvement.
					Marne calcaire bleue. .						
			1re assise.	4. Sable blanc.		. . . . .					
				3. Sable et grès ferrugineux inférieurs.		. . . . .	. . . . .	(Faune lacustre dominante).	Hastings' sands.		
				2. Fer géodique.		Faune marine mé-					

La première colonne est le résumé de nos observations de 1844. Dans la troisième sont les noms des couches de la région française tels que nous les avons proposés, avec les numéros d'ordre que nous avons déjà employés dans notre *Catalogue des fossiles* publié dans le *Bulletin* en 1851, et qui nous serviront à rappeler plus brièvement les couches, l'ordre chronologique étant préférable à l'ordre inverse que nous avons suivi dans notre mémoire. Enfin, la septième contient les numéros et les noms donnés par M. Fitton (1847) à diverses assises du *lower green-sand* de l'île de Wight, assises dont nous essayerons d'établir le synchronisme avec les couches et les assises de la région française.

I. *Limite supérieure du groupe.*

Nous placions autrefois les sables nos 14 et 15 de l'est dans le *lower green sand*, conformément à la classification des géologues anglais, la pauvreté de la faune de ces sables, dans la Haute-Marne, ne nous ayant pas permis d'adopter un autre parti. Depuis, la faune du gault y a été signalée dans les départements de l'Aube, de la Meuse, de l'Yonne, de la Nièvre et du Cher, par MM. Leymerie, Buvignier, Raulin et Ébray; de sorte que les sables dont il s'agit, et surtout le sable vert, doivent être classés dans le groupe du gault, comme l'a fait Alcide d'Orbigny dans son *Cours de paléontologie et de géologie stratigraphiques*. Il faut en dire autant de l'assise XVI de l'île de Wight, que M. Fitton rapporte au niveau de ces sables, dans son tableau de coupes comparées, d'autant plus que ce géologue a fait une remarque (1847, page 314) qui laisse entrevoir un certain rapport entre cette assise et le gault. Il pourrait rester quelques doutes au sujet du sable n° 14, dans lequel nous avons trouvé, à Valcourt. un exemplaire complet de l'*Exogyra sinuata*, Leym. (*Ostrea aquila*, d'Orb.), si caractéristique de la base de l'*argile à Plicatules*, cet exemplaire ne paraissant pas d'ailleurs avoir été remanié. Mais ce fait unique ne paraît pas suffisant pour motiver la séparation des deux sables. Nous avons rapporté à ce sable n° 14 l'assise XV de l'île de Wight sans y être autorisé par des données paléontologiques, l'auteur anglais n'en citant pas; mais il nous a semblé que cette assise XV représentait très bien les couches de grès et d'argile sableuse que traverse la rivière de Marne, entre Saint-Dizier et les Côtes noires, ainsi que nous le dirons plus loin, et qui sont placées entre l'*argile à Plicatules supérieures* et le *sable vert*. Quoi qu'il en soit, que la limite du groupe doive être sous les sables 14 et 15, ou qu'on la

place entre les deux, et qu'on admette le rapport établi par M. Fitton pour l'assise XV ou celui que nous proposons, rien de tout cela n'aura d'influence sur ce qui concerne les couches sous-jacentes, les seules dont il doit être question dans cette notice.

Notre tableau contient le groupe du gault, tel que nous le comprenons maintenant, bien qu'il soit en dehors de notre sujet, parceque c'est l'horizon qui nous servira de point de départ, surtout le gault lui-même, qui est parfaitement caractérisé des deux côtés du détroit, aussi bien par sa constitution minéralogique que par ses débris organiques.

II. *Limite inférieure.*

Dans les départements de la Haute-Marne et de la Meuse, l'étage portlandien supérieur se termine, au sommet, par une série de calcaires dont l'*oolithe vacuolaire* fait partie. En l'indiquant sous les n°s 9 et 10 de sa notice de 1838 (*Bull.* 1re sér., IX, p. 430), M. Royer laissa cette série comme formant une seconde division, ou division inférieure du *terrain néocomien*, conformément à une opinion émise précédemment. Il énonça cependant, en quelques mots, les changements minéralogiques, paléontologiques et stratigraphiques qui empêchaient sa liaison avec les véritables dépôts néocomiens. Après avoir décrit la même série dans notre mémoire, sous le nom de *terrain supra-jurassique*, nous avons développé les faits qui nous faisaient insister pour une séparation plus complète, et nous avons résumé notre opinion par cette conclusion (page 277) : « que la *marne argileuse noirâtre* (n° 1 du » tableau) est le premier dépôt du terrain crétacé inférieur du » département de la Haute-Marne. » La notice qui fait suite à notre mémoire a été écrite dans le même sens, et contient la description de quelques fossiles, tous étrangers au terrain crétacé, et dont trois espèces sont très abondantes dans l'*oolithe vacuolaire* et dans les couches immédiatement au-desssous. Notre opinion fut partagée par MM. Leymerie, Alcide d'Orbigny Raulin et Buvignier (*Mém.* IV, p. 152; *Bull.* 1re sér., XI, p. 36 et 37, et 2e sér., I, p. 397). M. d'Archiac s'avança moins; et, tout en reconnaissant que nous maintenions la séparation par nous proposée, il écrivit que nous n'assignions pas une place précise dans la série à ce que nous regardions, disait-il lui-même, comme un nouveau membre de la formation jurassique (*Hist.* IV, page 287). Admettre un nouveau membre dans une formation, le placer au-dessus de ce qui en est connu, et immédiatement avant la forma-

tion suivante, n'est-ce pas en fixer la place? Au surplus, M. Buvignier a fait cesser tous les doutes par de nouveaux faits et par des comparaisons paléontologiques (*Statist. géol. de la Meuse*, p. 385 à 393, 411 et 412; *Bull.* 2e sér., XIII, p. 795 à 799); et alors le savant auteur de l'*Histoire des progrès de la géologie* (VI, p. 195 et 198) se décida à classer nos couches dites *supra-jurassiques* comme sous-étage supérieur de l'étage portlandien, ou 3e sous-étage dans l'ordre chronologique, ce qui fixa la limite inférieure de la série néocomienne au point où nous l'établissions nous-même, c'est-à-dire immédiatement au-dessous de la couche de la Haute-Marne qui porte le numéro 1 sur notre tableau.

Le sous-étage portlandien supérieur, dont nous venons de parler, a sa plus grande puissance dans l'angle oriental du bassin. Au nord, il n'est plus que rudimentaire au delà de la vallée de l'Ornain, ainsi que l'a constaté M. Buvignier. Dans l'Aube, il est problématique, d'après les caractères que M. Leymerie lui assigne (*Mém.* IV, p. 352), caractères qui diffèrent beaucoup de ceux observés dans la Haute-Marne et dans la Meuse. MM. Hébert et Raulin en annoncent encore l'existence dans l'est du département de l'Yonne jusqu'aux environs d'Auxerre, où ils ne lui assignent qu'une faible épaisseur. La faune que M. Hébert y a trouvée dans l'Yonne serait plutôt celle assez variée de notre *calcaire tubuleux* que celle, très restreinte, de l'*oolithe vacuolaire*, d'autant plus qu'il n'y mentionne pas les *Pholadomya parvula*, *Cyrena* (1) *fossulata* et *Avicula rhomboidalis*, Corn., qui sont si répandues dans cette oolithe, dans laquelle toutes autres espèces sont très rares. Cette circonstance tendrait à prouver qu'il en est de la partie S.-O. de la zone comme de la partie nord, dans laquelle M. Buvignier a avancé et persiste à soutenir que l'épaisseur des calcaires portlandiens diminue graduellement par la disparition des assises supérieures, c'est-à-dire par raccourcissement graduel des affleurements. Cette opinion est conforme aux aperçus plus généraux que M. d'Archiac a présentés plus tard pour toute l'étendue du groupe oolithique ou jurassique supérieur du bassin. Si elle n'a pas en entier l'assentiment de M. Hébert, ce dernier géologue nous fait arriver au même résultat par sa conclusion. En effet, il admet un *maximum*

---

(1) Ce nom, que nous devions à M. Voltz, doit être changé. M. Buvignier considère l'espèce comme pouvant être une *Cyprina;* mais nous revenons à l'opinion de M. Deshayes qui en fait une *Venus*, d'autant plus qu'elle a un sinus palléal (*Mém.*, IV, p. 260, et pl. XV, fig. 1, *d* et *f*).

de profondeur des eaux au commencement de l'époque des calcaires portlandiens du bassin parisien, puis il ajoute « que la fin » de l'époque jurassique, marquée par l'oolithe portlandienne (1) » et les couches subordonnées, qui ne paraissent pas s'être étendues » aussi loin que les assises précédentes, a vu au contraire des eaux » très basses ne couvrant plus que le centre du bassin..... ».

M. d'Archiac avait émis précédemment une opinion dans le même sens, en disant que le petit nombre des espèces fossiles et l'abondance de leurs individus dans les dernières couches du sous-étage portlandien supérieur de l'est indiquaient un bassin presque fermé, peu étendu et peu profond, et nous préférons cette manière de voir à celle que nous avions adoptée de prime abord, lorsque la longueur des affleurements n'était pas encore connue, et que nous n'avions pour nous fixer qu'une disposition particulière des fossiles dans le sein des couches. Il nous en coûte d'autant moins de revenir sur ce que nous avons dit à cet égard que les espèces à individus nombreux de nos dernières couches jurassiques sont des acéphales, et que les érosions et la dénudation dont le sol jurassique porte des traces sous nos couches crétacées inférieures, prouvent qu'au peu de profondeur a succédé une émersion du littoral avant la formation des premiers dépôts néocomiens.

De tout le *substratum* immédiat du groupe du grès vert inférieur dn bassin de la Seine, le plus long des affleurements est celui de l'*argile de Kimmeridge*, et le plus court est celui du sous-étage portlandien supérieur; et, comme c'est dans l'angle oriental du bassin que l'on trouve le *maximum* de puissance et la plus grande netteté des caractères, il semble que cet angle ait toujours été le point relativement le plus bas de toute la zone que nous examinons, d'autant plus que c'est là que la mer néocomienne a concentré ses premiers dépôts lors du premier abaissement qui a suivi l'émersion dont nous venons de parler (2).

---

(1) M. Hébert désigne ainsi l'oolithe vacuolaire. Nous avons donné le nom d'*oolithe portlandienne* à une couche exploitée dans l'Aube, et qui est bien au-dessous de l'oolithe vacuolaire (*Mém.*, IV, p. 261 et 268).

(2) Voir, sur le sujet de ce paragraphe, Buvignier, *Statist. de la Meuse*, p. 371, 385 et 392 ; — et *Bull.*, 2e sér., XIV, p. 611 ; — d'Archiac, *Hist. des prog. de la géol.*, IV, p. 288 et 289, et VI, p. 200 et suiv.; — Hébert, *les Mers anciennes*, 1857, p. 73, 74 à 76 et 80 ; — Raulin, *Statist. géol. de l'Yonne*, p. 390, 391 et 393.

III. *Longueurs relatives des affleurements des assises et signes d'oscillations dans le bassin de la Seine.*

Il résulte des recherches et des indications de MM. Leymerie, d'Archiac, Buvignier, Ébray et Raulin, et des observations que nous avons faites nous-même, que le groupe du grès vert inférieur du bassin parisien, considéré dans son ensemble, se développe en sens inverse du groupe supérieur de la formation jurassique, c'est-à-dire que les couches s'allongent au lieu de se raccourcir, en allant de l'inférieure à la supérieure. Nous avons cependant fait des réserves, en commençant, au sujet de l'incertitude qu'occasionnent l'absence de débris organiques et la confusion de quelques caractères principaux quand il s'agit des points extrêmes des affleurements, et les notes de M. Ébray sont venues prouver que l'appréciation exacte de la longueur des deux assises du sous-étage néocomien supérieur serait prématurée. Il est certain que l'allongement est progressif pour le sous-étage néocomien inférieur; mais, pour le reste, il y a des variations que l'on ne peut méconnaître. Nous allons, au surplus, faire une revue de toute la série pour tâcher de faire saisir les différences (1).

Sous-étage néocomien inférieur. — 1re *assise.* — La couche n° 1 s'étend depuis Aulnois et Savonnières-en-Perthois (Meuse) jusqu'à la rivière de Blaise, à 7 kilomètres au S. de Wassy. Elle s'est montrée dans le département de l'Aube en différents endroits jusqu'autour de Vendœuvre (2).

La couche n° 2 s'étend depuis la rivière de Blaise, aussi à 7 kilomètres de Wassy, jusqu'à Brillon (Meuse) où elle n'est plus que rudimentaire. Elle n'est représentée dans l'Aube que par de rares géodes engagées dans les sables suivants.

Il y a donc eu un léger déversement vers le nord.

Les couches nos 3 et 4 vont de Trémont et Véel (environs de Bar-le-Duc) vers le milieu du département de l'Aube, cessant avant d'atteindre celui de l'Yonne. Leur *maximum* de puissance est moins au nord que celui des couches précédentes.

---

(1) Voir, sur ce sujet, d'Archiac, *Hist. des prog. de la géol.*, IV, p. 301 et 317 à 326; — Buvignier, *Statist. géol. de la Meuse*, p. 555 et *passim*, et *Bull.*, 2e sér, XIII, p. 796 et 797; — Ébray, *Bull.*, 2e sér., XIV, p. 804, et XVI, p. 215.

(2) Dans la *Statistique géologique de la Meuse*, M. Buvignier a rectifié aux pages 493 et 494 ce qu'il avait dit aux pages 431, 332 et 441.

2e *assise.* — La marne du n° 5, faciès et développement particuliers de la base du calcaire à Spatangues, cesse dans la Meuse avant Brillon et Ville-sur-Saulx, et pénètre très peu dans le département de l'Aube. Sa puissance *maxima* est au centre de l'arrondissement de Wassy.

Le calcaire à Spatangues n° 5, qui dépasse peu au nord la vallée de l'Ornain, s'étend, comme nous l'avons dit, jusqu'à Sancerre, Bué et Subligny (Cher). Sa puissance *maxima* est dans le canton de Soulaines (Aube) et dans la portion contiguë de la Haute-Marne.

Depuis la couche n° 2, il y a eu agrandissement du bassin, avec extension plus grande au sud-ouest qu'au nord.

Une diminution a commencé avec la couche n° 6.

Sous-étage néocomien inférieur. — 1re *assise.* — La diminution a continué avec le reste de la couche n° 6, qui est aujourd'hui réuni avec notre *argile ostréenne inférieure.* Aussi cette partie n'a-t-elle été distinctement signalée que dans la Haute-Marne et la Meuse.

Le bassin a repris plus d'extension avec l'*argile ostréenne supérieure* n° 7. Celle-ci s'étend plus loin au nord qu'aucun des affleurements précédents, puisque M. Buvignier l'a suivie jusqu'à Sainte-Hoïlde et Louppy (bord de la vallée de la Chée) ; mais elle s'étend moins loin à l'opposé où elle n'est citée ni dans la Nièvre ni dans le Cher. Elle reste fossilifère d'une limite à l'autre du département de l'Yonne, mais avec moins d'espèces que dans l'Aube, selon M. Raulin qui lui assigne encore de 7 à 8 mètres vers la limite de l'Yonne et de la Nièvre. Elle cesserait donc à son entrée dans ce dernier département. Sa disposition relativement à l'assise sous-jacente serait la preuve d'un nouveau déversement vers le nord.

3e *assise.* — Celle-ci a une allure en sens contraire ou rétrograde dans sa partie septentrionale. Ainsi, le n° 8 va jusqu'à la Chée ; mais le n° 9, très aminci à Sermaize (Marne), ne laisse que des traces dans les environs de Véel, Mussey, Vassicourt, Andernay (Meuse), c'est-à-dire au bord méridional de la vallée de l'Ornain. Le n° 10, que nous avons encore trouvé à Sermaize, n'a été vu dans la Meuse qu'au Vertbois, dans les environs de Cousances, et en quelques autres points du canton d'Ancerville. Enfin, le n° 11 a ses dernières exploitations à Narcy (Haute-Marne) et à Sermaize, et encore celles de Sermaize viennent-elles d'être abandonnées. Cette dernière couche n'est représentée dans la Meuse que par des grains de fer oolithique disséminés dans des

marnes, comme il s'en trouve à la base de l'argile n° 13 de la Haute-Marne, dans les endroits de l'arrondissement de Wassy où l'absence de la couche 12 la met en contact avec la couche 11. On peut vérifier tout cela dans l'ouvrage de M. Buvignier.

Au sud-ouest, où elle n'a pas été étudiée couche par couche, cette assise s'étend incontestablement jusqu'à la limite occidentale du département de l'Yonne. M. d'Archiac la cite même encore dans la Nièvre ; mais ce qu'il a dit des environs de Vierzon n'est que conjectural (*Hist.*, IV, p. 317 et 326). L'incertitude vient de ce que l'assise ne contient pas de fossiles dans cette région, ceux que M. Leymerie a indiqués aux pages 332 et 333 de son mémoire appartenant à la couche n° 12 qui est de l'étage suivant. Elle vient aussi, même pour le département de la Nièvre, de ce que les couches fossilifères 7, 12 et 13 ne la suivent pas aussi loin, de ce qu'elle ne paraît pas au-dessus du calcaire à Spatangues ou néocomien du département du Cher, et de ce qu'elle est facile à confondre avec certaines parties des sables 14 et 15 qui sont ferrugineuses et versicolores dans le sud-ouest. Quoi qu'il en soit, la couche n° 11, qui est la dernière de l'assise, et dont le raccourcissement au nord est tel que nous venons de voir qu'elle n'est pas connue dans la Meuse, cette couche n° 11, disons-nous, si facile à distinguer et si recherchée par l'industrie métallurgique, n'existe d'une manière continue que dans l'arrondissement de Wassy. Elle a son épaisseur *maxima* dans le canton de Wassy, et diminue déjà entre ce point et la limite orientale du département de l'Aube. Au delà, elle n'est plus exploitée qu'à Vendœuvre (Aube) où elle a encore moins de puissance, et à Jaulges et à Varennes, partie orientale du département de l'Yonne où elle forme des nodules dont le lit s'appauvrit plus loin et se trouve très interrompu (Raulin, *Statist. géol. de l'Yonne*, p. 435). M. d'Archiac, qui en avait parlé une première fois, a été moins explicite dans son *Histoire des progrès de la géologie* (*Mém.*, 2e sér., II, p. 18, en note ; *Hist.*, IV, p. 294, 301, 317 et suiv.) (1).

Ainsi, le sommet de l'assise annonce un raccourcissement aux deux extrémités, et, par suite, un rétrécissement final de la région française du bassin, ce qui s'accorde très bien avec la présence de

---

(1) Les fossiles rappelés par M. d'Archiac, d'après M. Leymerie (*Hist.*, IV, p. 294), sont, comme nous l'avons dit, de la couche n° 12 et non de la couche n° 11. La même observation s'applique à la citation que M. Raulin en a faite dans la *Statistique géologique de l'Yonne*.

la faune fluviatile qui occupe ce niveau dans l'angle oriental de ce bassin. Pour que la base se fût prolongée jusqu'aux environs de Vierzon (Cher), il faudrait admettre que l'exhaussement qui a amené la faune d'eau douce de l'est a été accompagné d'un grand évasement ou d'un grand déversement latéral, et que ce fait se serait accompli dans de telles conditions que la faune marine aurait été obligée d'abandonner toute la zone connue, puisqu'elle n'y a laissé de débris nulle part.

Étage aptien. — 1re *assise.* — La couche n° 12, que nous nommions d'abord *argile rougeâtre durcie*, mais où l'élément calcaire est souvent dominant, n'excède pas en épaisseur 50 centimètres. Souvent elle est plus mince ou manque tout à fait, et il y a un canton à la Grange-au-Rupt, près Wassy, où elle est réduite à de simples concrétions placées sur la couche de minerai n° 11 ou s'engageant dans la partie supérieure de celle-ci. Tantôt elle repose sur le dépôt ferrifère, et tantôt elle en est séparée par un lit ou feuillet d'argile, comme elle d'origine marine, et dont l'épaisseur *maxima* ne dépasse pas les 70 centimètres que M. Leymerie lui donne à Vendœuvre. Ce feuillet d'argile appartient à la base de l'étage aptien. La couche n° 12 constitue dans l'Aube le *cordon de nodules de sanguine fossilifère* ou *coquillière* de M. Leymerie, et dans l'Yonne les *moellons pétris de Cérites* de M. de Longuemar (*Mém.*, 1re sér., IV, p. 332; *Bull.*, 1re sér., XI, p. 33; *Bull.*, 2e sér., II, p. 346). Toute faible qu'elle soit en épaisseur, elle a cependant été observée, comme on le voit, dans l'Aube et l'Yonne; on la trouve dans beaucoup de minières de la Haute-Marne, et elle a été vue par M. Buvignier jusqu'à Véel et à Mussey (Meuse). Elle contient, en gastéropodes et en acéphales marins, la faune la plus riche de tout le groupe après celle des couches n° 5, et ses fossiles n'ont pas été remaniés, comme l'avait cru primitivement Alcide d'Orbigny.

A la couche 12 succède l'*argile à Plicatules inférieure* ou couche à *Exogyra sinuata*. Cette dernière s'étend depuis les environs de Vaubecourt (Meuse) jusqu'à Escamps (Yonne), à 10 kilomètres environ au S.-O. d'Auxerre, point où M. Raulin a rencontré ses fossiles pour la dernière fois (*Statist. de l'Yonne*, p. 447).

Voilà donc une assise qui se prolonge un peu plus au nord et beaucoup moins au sud-ouest que les couches les plus longues des assises précédentes. Au sud-ouest, notamment, elle cesse d'être fossilifère à 34 kilomètres en arrière du point où l'argile ostréenne contient encore des lumachelles coquillières, et à 70 kilomètres au moins en arrière de celui où le calcaire n° 5 disparaît. Elle

prouve ainsi qu'après le retour des eaux marines, le bassin s'est trouvé plus étendu au nord et moins à l'opposé qu'il ne l'avait été antérieurement.

2e *assise*. — Cette assise ne se compose, dans l'est et le sud-est du bassin, que des parties moyenne et supérieure de l'argile n° 13. On ne sait pas encore si ses fossiles vont plus ou moins loin que ceux de l'assise précédente; de sorte que l'on reste indécis sur l'attribution à faire, à telle ou telle partie de l'étage, des prolongements argileux qui vont d'un côté jusqu'au département de la Nièvre, et de l'autre jusqu'aux ravins de l'ouest du canton de Triancourt (Meuse).

Nous n'avons à parler de l'étage qui recouvre celui-ci que pour dire qu'il s'étend plus loin que lui des deux côtés, ayant été observé depuis l'arrondissement de Vouziers (Ardennes) jusqu'à la limite occidentale du département du Cher. On n'a pas de détails précis sur les limites de chacune de ses couches.

Pour un observateur regardant le bassin d'un point quelconque de l'angle oriental, la mer, qui a formé le groupe du grès vert inférieur de l'est, d'abord peu étendue, s'est donc portée un peu à droite (n° 2); ensuite elle a augmenté des deux côtés, mais beaucoup plus à gauche qu'à droite (n° 5 supérieur). Après une diminution (nos 6 et 7 inférieur), elle a augmenté de nouveau, mais moins qu'auparavant, et en se portant à droite (n° 7 supérieur). Elle s'est ensuite éloignée pour faire place à une lagune recevant des affluents d'eau douce (nos 8 à 11), puis elle a repris possession de son lit, mais en se portant encore plus à droite que précédemment (nos 12 et 13).

On voit, par ce qui vient d'être dit, que les couches les plus minces et les plus courtes, même celles qui prennent une disposition multilenticulaire, ne sont pas à négliger dans la recherche des phénomènes physiques qui ont présidé à la formation des sédiments géologiques.

Après la première grande extension du bassin (n° 5), nous avons fait remarquer deux retours de la mer avec déversement vers le nord (n° 7 supér., et nos 12 et 13). Le dernier a même été tel que, depuis la vallée de la Seine jusqu'à l'extrémité S.-O. de l'affleurement, MM. Leymerie et de Longuemar ont considéré l'étage aptien comme s'étant déposé au pied des pentes du terrain précédent, c'est-à-dire en stratification discordante sur l'étage néocomien (*Bull.*, 2e sér., I, p. 40, et II, p. 346).

Ces déplacements n'excluent pas ceux, plus importants, que nous prouverons avoir eu lieu du S.-E. au N.-O. Tous se conci-

lient et procèdent des mêmes oscillations du sol; il en résulte seulement que ces oscillations ne se sont pas toutes produites exactement dans le sens d'un même diamètre du bassin. Les écarts de direction sont plus considérables en Angleterre qu'en France, à en juger d'après les coupes d'Atherfield (île de Wight) et de Hythe (comté de Kent); car le *kentish rag* ou *kentish limestone* du Kent a plus de puissance que sa synchronique, l'assise III, dite les *crackers*, de l'île de Wight, tandis que le surplus du *lower green-sand* du Kent, en dessus et en dessous, a moins de puissance que les parties contemporaines à Atherfield. Il n'est pas extraordinaire qu'il en soit ainsi, les rapports intimes qui existent entre les dépôts anglais de cette époque et ceux du Hanovre et du Brunswick prouvant que le bassin entier était beaucoup moins circonscrit au N.-O. qu'au S.-O.

Si les rapports indiqués par notre tableau se vérifient, on comprendra facilement pourquoi l'étage aptien, ayant dépassé, en Angleterre, l'étendue occupée par ce qui y représente le sous-étage néocomien inférieur, s'est moins étendu que celui-ci dans la région française du bassin.

IV. *Gisements connus de la faune fluviatile de l'est.*

Aucun fossile marin n'a été reconnu jusqu'à présent dans la seconde assise du sous-étage néocomien supérieur. Les restes organiques que recèle cette assise, à l'angle oriental du bassin, proviennent de mollusques non marins et de végétaux terrestres. Les *Unio* dont nous avons fait mention il y a plus de vingt ans (*Mém.*, IV, p. 238 et 240, et *Bull.*, 1re sér., X, p. 287) ont été considérées par Alcide d'Orbigny comme se rapportant à une seule espèce; et il les a décrites et figurées sous le nom d'*Unio Martinii*, Fitt., qu'il a remplacé, dans son prodrome, par celui d'*Unio Cornueliana*. Mais nous en avons recueilli depuis quelques autres qui, réunies à celle-là et aux espèces d'autres genres indiquées dans notre note de 1854, constituent une faune particulière digne d'attention.

Nous connaissions des restes de végétaux terrestres dans la couche n° 8. M. Henri Tombeck a trouvé récemment une *Unio* à Saint-Dizier, dans un sable ou grès sableux de l'âge de cette couche, là même où il avait recueilli précédemment des pyrites enveloppant des cônes de pin de l'espèce qu'Alcide d'Orbigny a nommée *Pinus elongata* (*Cours de géol. et de paléont. stratigr.*, II, p. 617).

La couche n° 9, résultat d'un dépôt en général très tranquille, nous a donné, à Saint-Dizier, du lignite très divisé, et à Louvemont (canton de Wassy) des branches et des feuilles de conifères très reconnaissables.

Dans la couche n° 10, qui est mince et lenticulaire, ou plutôt dans les parties de cette couche qui sont remplacées par de l'hydrate de fer compacte à gangue argileuse, de l'hydrate de fer en grains à gangue sableuse, ou des détritus de la couche précédente cimentés par le fer hydraté, on trouve des *Unio*, des cônes de pin de plusieurs espèces, des feuilles de fougères, etc., avec des morceaux de lignite de conifères plus ou moins divisés et, en plusieurs endroits, petits et usés à la manière des galets. C'est à ce niveau, plus qu'à celui de la couche 8, que nous semble devoir être rapportée, d'après sa gangue, l'*Unio* que M. Hébert a bien voulu nous communiquer comme ayant été recueillie par lui à Sermaize (Marne), et dont il a parlé à la Société géologique après la lecture de notre note de 1854 (*Bull.*, 2e sér., XII, p. 47). Nous devons cependant ajouter qu'un cône de pin, recueilli au même endroit par M. Tombeck, serait plutôt rapportable à la couche n° 8 qu'à celle n° 10 (1).

Enfin, dans la partie inférieure de la couche n° 11, on trouve des *Unio* et, plus rarement, les *Paludina*, *Cyclas*, etc., dont nous avons entretenu la Société en l'année 1854.

Indépendamment des localités déjà connues comme donnant ou ayant donné des fossiles non marins, nous en avons découvert deux gisements nouveaux sur le territoire de Wassy. Une *Unio* nous provient d'une des minières du territoire de Voy-le-Comte, et M. Royer en possède une qu'il a trouvée, il y a longtemps, dans les anciennes minières de la forêt qui avoisine, à l'Est, le hameau du Champ-Gerbeau, commune de Louvemont. En somme, la faune fluviatile a été observée, jusqu'à présent, dans une étendue superficielle de 34 kilomètres de longueur et de 5 kilomètres de largeur.

L'exploitation du minerai de fer, qui fait découvrir les gisements fossilifères de la couche n° 11, les fait disparaître promptement. Aussi recommande-t-on quelquefois aux ouvriers la re-

(1) Nous nous exprimons ainsi, parce que les échantillons de Sermaize viennent d'un lieu où le sol feuillé ne laisse voir que des grès et sables ferrugineux, bien qu'à proximité de ce point nous ayons constaté la présence de toutes les couches de l'assise et celles de l'argile n° 13.

cherche des fossiles. Dans ce cas, si les ouvriers appartiennent à une usine où l'on fond simultanément le minerai de la couche n° 1 et celui de la couche n° 11, il faut leur recommander de ne pas mêler les fossiles des deux couches, ceux de la première étant marins et ceux de la seconde ne l'étant pas.

Il y a une autre cause d'erreur qu'il importe de signaler, parce qu'elle peut tromper non seulement les ouvriers, mais encore les observateurs qui n'en seraient pas avertis. Dans quelques minières, des coquilles marines de la couche n° 12 ont pénétré dans de petites cavités, les unes irrégulières, les autres tubulaires, simples ou ramifiées du fer oolithique n° 11, dont la gangue est ordinairement une argile peu consistante dans la partie supérieure. La matière qui compose la couche 12 s'y est engagée avec elles et les y a enveloppées. Avec un peu d'attention, et en examinant les étirements que montrent souvent les parties ainsi engagées, on reconnaît que les coquilles marines ne sont là que par intrusion, qu'elles sont de l'âge de la couche n° 12 et non de celui de la précédente, et qu'elles ne sont entrées dans cette dernière que par suite de l'action de l'eau et des mollusques sur sa partie superficielle non consolidée. La plus commune de ces coquilles intruses est la *Panopæa neocomiensis*, d'Orb. Nous avons trouvé plusieurs individus de cette espèce placés longitudinalement, la partie buccale en avant, en tête de cylindres étirés dont le diamètre n'excédait que de quelques millimètres la largeur de la coquille. Nous conservons un de ces cylindres qui prouve que d'autres coquilles ont été fossilisées, dans diverses positions, dans le trou dans lequel elles étaient tombées à la suite de la Panopée. Au surplus, les espèces marines dont il s'agit ne sont entrées que dans le lit supérieur du fer oolithique, tandis que les fossiles d'eau douce n'en occupent le plus souvent que la partie inférieure. Ceux-ci sont convertis en hydrate de fer, et les autres ne le sont pas ; la nature et la couleur de la gangue immédiate empêchent de confondre les uns avec les autres.

V. *Rapports paléontologiques généraux des diverses parties marines du groupe entre elles, dans chaque région.*

1° *Dans l'Est du bassin de la Seine.*

Notre résumé numérique de 1851 ne contient que les espèces déterminées (*Bull.*, 2e sér., VIII, p. 449). En y ajoutant celles qui

ont été trouvées plus tard et celles qui sont encore indéterminées, on a les nombres suivants :

Couche n° 13, nombre d'espèces de mollusques.		75
— n° 12.		92
— n° 7, supérieure		38
— n° 7, inférieure		1
— n° 5, ...	environ	200
— n°s 3 et 4,.	des moules en nombre indéterminé (1).	
— n° 2.		15 (2)
— n° 1.		35 (3)

Ces nombres s'accordent avec ce que nous avons dit de la longueur des affleurements des couches, et expriment bien les divers degrés de profondeur.

Si l'on veut maintenant avoir la preuve que les deux étages néocomien et aptien appartiennent bien au même groupe, il suffit de se reporter à notre résumé numérique précité. On y voit que la couche n° 12 a de communs avec l'étage néocomien, savoir : sur les 6 gastéropodes de cette couche, 4 ou les deux tiers, et sur ses 46 acéphales, 34, ce qui excède les deux tiers. En redressant une erreur résultant de l'omission d'un titre pour la liste des brachiopodes (p. 444), on y voit aussi que la couche n° 13 a de communs avec l'étage néocomien : sur les 36 acéphales de cette couche, 23 ou environ les deux tiers, et sur ses 5 brachiopodes, 3, ce qui s'éloigne peu de la même proportion. Enfin, en réunissant les fossiles des deux couches n°s 12 et 13, ce qui modifie les chiffres précédents à cause des espèces communes à toutes deux, on trouve que sur leurs 8 gastéropodes, 4 ou la moitié proviennent de l'étage néocomien; que sur leurs 71 acéphales, 46 ou environ les deux tiers proviennent aussi de l'étage néocomien, et que les brachiopodes restent dans le rapport déjà indiqué (4). Les découvertes subséquentes ont augmenté les listes; mais elles ne nous paraissent

---

(1) Dans la Meuse, selon M. Buvignier.

(2) 2 gastéropodes, 12 acéphales et 1 brachiopode.

(3) 8 gastéropodes, 26 acéphales et 1 brachiopode.

(4) De nouvelles recherches et un nouvel examen nous font retrancher le *Cardium subhillanum* et la *Trigonia ornata* de la couche n° 12, et le *Nautilus pseudo-elegans* de la couche n° 13 (listes de 1851), et ajouter l'*Arca Carteroni* et le *Pecten interstriatus* au n° 5, et la *Lima Cottaldina* au n° 7 supérieur de l'étage néocomien, ce qui ne change pas les résultats comparatifs.

pas avoir modifié sérieusement les relations que nous venons d'indiquer.

2° *Dans l'île de Wight.*

M. Fitton a fait ressortir la grande différence qui existe pour le nombre des espèces fossiles entre les assises I, II et III de l'île de Wight, prises ensemble d'une part, et de l'autre les assises IV à XIV réunies (XV et XVI étant à peu près dépourvues de faune). Il aurait fait des trois premières assises une division à part, s'il avait été plus sûr de l'universalité de cet état de choses, reconnu déjà dans des localités éloignées les unes des autres, et s'il avait vu des différences spécifiques plus tranchées se joindre aux différences numériques. Il n'en a pas moins marqué la séparation par un trait sur un petit tableau qui résume la distribution des espèces (1847, p. 320 à 324). Sur 139 mollusques mentionnés dans le grand tableau joint à la publication de cet éminent géologue, y comprises quelques variétés et les 4 espèces de la liste additionnelle, il y en a en effet 121 qui ont pris naissance dans l'ensemble des assises I, II et III, et de ces 121, il y en a 71 qui s'y seraient éteintes ; de sorte que 68 seulement se trouvent dans le surplus de la série qui occupe en épaisseur les trois quarts de la série entière. Dans ces 68, il n'y en a de nouvelles que 18, les 50 autres venant toutes d'une des trois premières assises. De ces 50 dernières espèces, 27, ou plus de la moitié, persistent jusque dans l'assise XIV (1), en compagnie de 6 des 18 nouvelles dont 5 sont propres à cette assise XIV.

Ainsi, il y a réellement deux parties distinctes dans le *lower green-sand* de l'île de Wight. En répartissant par classes les 68 mollusques de la partie supérieure, on trouve 5 gastéropodes dont 4, ou les quatre cinquièmes, proviennent de la partie inférieure ; 51 acéphales dont 41 ou les quatre cinquièmes aussi ont également existé dans la partie inférieure, et 4 brachiopodes dont 3 ou les trois quarts sont communs avec celle-ci. L'enchaînement des caractères zoologiques prouve donc que le *lower green-sand* anglais n'est pas divisible en deux groupes ; mais les disproportions numériques, jointes aux considérations tirées des faits dynamiques observés dans le bassin de la Seine, démontrent que ses deux parties appartiennent à deux étages distincts, l'un néocomien et l'autre aptien, ainsi que nous l'établirons ci-après.

---

(1) Une de ces 27 monte jusque dans l'assise XVI.

En considérant séparément les trois classes de mollusques dont nous venons de parler, nous trouvons les rapports $\frac{4}{5}$ et $\frac{3}{4}$ en Angleterre, et $\frac{1}{2}$ et $\frac{2}{3}$ en France. Si l'on réunit les espèces des trois classes en un seul nombre, on trouve que $\frac{48}{60}$ ou $\frac{4}{5}$ des espèces de l'étage aptien de l'île de Wight sont communes avec l'étage néocomien de la même localité, et que $\frac{53}{84}$ ou un peu plus des $\frac{3}{5}$ de celles de l'étage aptien du bassin de la Seine sont communes avec l'étage néocomien de ce dernier bassin. La différence n'a rien d'essentiel ni d'exorbitant, et, si ce qui reste à découvrir ou à déterminer ne l'efface pas, peut-être devra-t-on l'attribuer à ce que la vie marine a été affaiblie, puis interrompue pendant un certain temps dans la région française avant la formation de l'étage supérieur du groupe.

La division en deux étages est confirmée dans les deux régions opposées par la différence des céphalopodes dont nous n'avons encore rien dit. A Atherfield, sur 8 espèces de cette classe qui sont citées par M. Fitton dans l'étage supérieur, 2 seulement ont pris naissance dans l'étage inférieur. Dans la région française, où l'étage supérieur en donne maintenant au moins 20 espèces (1), aucune n'a paru dans l'étage inférieur. Cette seconde démarcation n'est évidemment plus tranchée ici que de l'autre côté du détroit que parce que l'interposition de l'eau douce a empêché quelques espèces d'y commencer dans la partie haute de l'étage inférieur.

VI. *Rapports paléontologiques entre les dépôts du bassin de la Seine et ceux de l'île de Wight.*

En France, la véritable faune néocomienne précède la faune d'eau douce ; en Angleterre, c'est le contraire qui a lieu. Donc les mouvements principaux qui ont affecté les deux régions du bassin anglo-français ont été alternatifs, et par suite la faune y a été alternante. L'alternance de la faune peut être plus ou moins complète, suivant l'ampleur du mouvement qui la produit. Elle est complète lorsque la faune abandonne entièrement une région et se porte dans la région opposée ; elle est incomplète lorsqu'il n'y a qu'une partie des espèces qui émigre d'une région vers l'autre. Il nous arrivera plus d'une fois de dire qu'une espèce a quitté le

(1) Notre liste de 1851, pour la couche n° 13, n'en citait que 15, dont une, rapportée à tort au *Nautilus pseudo-elegans* de la couche n° 5, est mentionnée par M. Fitton sous le nom de *Nautilus radiatus*, Sow., que nous lui laissons provisoirement.

sol français pour se transporter sur le sol anglais ou *vice versâ;* mais on devra entendre cette expression en ce sens que, d'un côté, l'espèce a déserté le littoral précédent pour se rapprocher du centre du bassin, et que, de l'autre côté, elle s'est développée sur un sol plus éloigné de ce centre. Notre idée est que, dans un bassin soumis à des alternances, les faunes peuvent être représentées, relativement à la place qu'elles y occupent, par des grands disques ou anneaux plus ou moins réguliers, qui seraient empilés en zigzag ou à la manière d'une colonne torse, au lieu de l'être verticalement. En tout cas, entre deux alternances, il doit y avoir un partage de la faune, à moins que les mouvements du sol n'aient pas été assez lents pour permettre aux espèces de se développer simultanément dans les deux régions pendant leur passage de l'une à l'autre ; et, quand ce partage s'opère, le nombre des espèces doit varier en raison du changement survenu dans la profondeur, laquelle est alors plus généralement moyenne partout que lorsqu'elle est grande d'un côté et faible de l'autre.

Il ne suffit pas de constater qu'il y a eu des alternances, et qu'elles ont rendu dissemblables des dépôts contemporains. Il faut faire saisir la contemporanéité de ces dépôts, et, pour cela, il est nécessaire de les examiner en suivant l'ordre de leur superposition. Nous arriverions plus tôt à une conclusion, si nous suivions la chronologie des faits ; mais certains géologues ont pensé que le troisième sous-étage portlandien (le supérieur) du bassin de la Seine pourrait bien être le représentant marin des couches de Purbeck, et d'autres le rapportent à ce qui est au-dessous de celles-ci en Angleterre, et puis il y a une lacune en France entre les dernières couches jurassiques et les premières couches néocomiennes. Nous ne trouverions donc pas à la base du groupe un point de départ incontestable. Au sommet, au contraire, il y en a un qui est certain pour tout le monde, c'est le gault, et cette circonstance nous détermine à suivre l'ordre de haut en bas dans l'examen des détails, sauf à adopter une marche inverse dans notre résumé.

Le gault est parfaitement caractérisé en France et en Angleterre. Les derniers travaux de M. Ébray et de M. Raulin, sur les départements où existe la partie S.-O. de son affleurement en France, ont fait disparaître le doute qui pouvait résulter de sa constitution minéralogique. Dans l'Aube, M. Leymerie l'avait réuni à nos couches n°s 13, 14 et 15 sous le nom d'*étage des argiles tégulines et du grès vert.* Cette confusion avait mis M. Fitton dans l'impossibilité de tracer exactement la limite inférieure du gault

dans la coupe de l'Aube reproduite sur la planche de coupes comparées jointe à sa publication de 1847, et elle lui avait fait croire que le groupe du grès vert inférieur était plus puissant dans l'Aube que dans la Haute-Marne ; mais il est constant maintenant que, sur la coupe dressée par M. Leymerie, la limite inférieure du gault doit être descendue au-dessous du pointillé supérieur ; que nos grès et sables n°s 14 et 15 occupent dans cette coupe la place marquée par des blocs pointillés, et qu'au-dessous est notre argile à Plicatules n° 13. La partie inférieure de cette dernière couche est ce que M. Leymerie a nommé *argile et couches à Exogyra sinuata.* De son propre aveu, cette partie ne représente pas le gault proprement dit, et il en a placé les fossiles dans une liste à part (Leymerie, *Mém.*, 1re sér., IV, p. 314, 316, 318 et 321). Quant à sa partie supérieure, elle a les mêmes fossiles que dans les autres contrées de la même zone, et sa faune est également différente de celle du gault, bien que quelques espèces passent de l'une dans l'autre. Ainsi, il n'y a pas de doute possible sur la constance de l'horizon que nous choisissons.

Immédiatement au-dessous de cet horizon, on remarque en France les sables n°s 14 et 15, et dans l'île de Wight l'assise XVI (*various sands and clays*) et l'assise XV (*upper clays and sand rock*), celle-ci nous paraissant correspondre très bien aux alternances de grès et sable et d'argile sableuse du département de l'Aube, et du lit de la Marne sur les territoires de Valcourt, Moëlains et Hoëricourt (Haute-Marne), d'autant plus que ces alternances laissent au-dessous d'elles les trois parties que nous distinguons dans l'argile à Plicatules n° 13. L'absence de fossiles dans cette partie de la série anglaise empêche toute comparaison zoologique ; mais la corrélation stratigraphique est suffisante pour établir le synchronisme.

Dans notre premier travail, où il ne s'agissait pas de comparaisons à faire avec d'autres pays, nous avions parlé d'une manière relative des parties moyenne et supérieure de l'argile à Plicatules (*Mém.*, IV, p. 234), d'après l'examen des terriers ouverts pour le service des tuileries ; mais, comme ces terriers n'entament pas la portion véritablement supérieure de la couche, c'est-à-dire celle qui est en contact avec les sables 14 et 15, ou qui forme le passage de l'une aux autres, nous rectifierons ici ce que nous en avons dit, en procédant de préférence d'après les observations directes que nous avons faites plus tard à Louvemont et à Saint-Dizier.

Il est certain maintenant que la faune est nulle ou presque nulle dans la partie supérieure de notre argile n° 13, tandis que

dans l'île de Wight l'assise XIV (*ferruginous bands of Black Gang Chine*) possède un nombre d'espèces que l'auteur anglais qualifie de petite affluence [*a small influx* (p. 323)] par rapport à ce qui précède immédiatement. Nous reviendrons sur ce signe d'alternance lorsque les faits principaux seront bien établis, et nous passons à l'examen des deux grandes zones fossilifères de la couche n° 13 du bassin de la Seine, et de ce qui les représente dans la région anglaise. Nous commencerons cette fois par la plus basse des deux.

1° *Zone paléontologique de l'argile à Plicatules inférieure.*

Des deux côtés du détroit, cette zone commune n'occupe qu'une faible épaisseur relative dans l'étage auquel elle appartient. Elle est très constante dans le bassin de la Seine où ses épaisseurs *minima* et *maxima* sont $0^m,65$ et $3^m,65$, la moyenne habituelle y variant entre $1^m,20$ et $1^m,57$. Elle correspond, à Atherfield (île de Wight), aux couches moyenne et supérieure (*Terebratula bed* et *lower Gryphæa bed*) de l'assise IV, nommée *lower Gryphæa group*, et peut-être aussi à la couche inférieure de l'assise V. C'est là que se trouve en France, comme à Atherfield, le premier niveau principal des deux espèces :

Exogyra sinuata, Leym. (*Gryphæa sinuata*, Sow., *Ostrea aquila*, d'Orb.).
Terebratula sella, Sow.

On y remarque aussi les :

Serpula gordialis, Schloth. *in* Goldf. (*Serpula plexus*, *in* Fitt.).
— *antiquata*, Sow.
Pecten interstriatus, Leym.
Ostrea macroptera, Sow. (*O. prionata* et *carinata* réunies).

L'*Ostrea Leymerii*, Desh., qui forme un ou deux rangs continus à Atherfield, n'a pas encore été observée à cette hauteur dans l'angle oriental du bassin, mais M. Buvignier l'y a citée dans le département de la Meuse (*Statist.*, p. 505 et 508). La *Rhynchonella lata*, d'Orb. (*Terebratula lata*, Sow., *T. Gibbsiana*, Forb.), assez abondante à ce niveau dans la Haute-Marne, est probablement la même que celle indiquée à Atherfield par M. Fitton comme variété de la *Terebratula Gibbsiana*, Sow. (1847, p. 302), dont Alcide d'Orbigny a fait sa *Rhynchonella sulcata*, en l'identifiant aussi avec la *Terebratula sulcata*, Park. D'ailleurs, M. Buvi-

gnier (p. 505 et 508) indique comme nombreuses, dans la Meuse, la *T. sulcata*, Park., et la *T. lata*, Sow.

M. Fitton cite à Atherfield, sous le nom de *Panopæa plicata*, Sow., une espèce qui se trouverait, non-seulement dans son assise IV, mais dans la majeure partie des assises de l'île de Wight. Aussi n'en parlerons-nous que pour dire qu'elle a été recueillie par ce savant lui-même dans l'argile à Plicatules inférieure de Wassy, et indiquée sous le nom de *Mya plicata*, Forb. (1).

Nous ne connaissons pas de plus bel exemple de cette zone que la berge gauche de la rivière de Marne, en aval du barrage de Saint-Dizier où il existe au moins deux lits d'*Exogyra sinuata*. Le lit inférieur qui traversait la rivière, et dont une partie a dû être détruite comme obstacle à la navigation, est épais, et ne se voit que lorsque l'eau est très basse. Les *Exogyra* y sont aussi rapprochées que les pavés d'une rue. Ce gisement ne paraît pas aussi riche en espèces qu'il l'est réellement, parce qu'il est fréquemment exploré; mais il n'est pas moins intéressant que celui des Croûtes (Aube) cité par M. Leymerie (*Mém.*, IV, p. 318), et les fossiles y sont mieux conservés et plus faciles à recueillir.

Au-dessous des lits d'*Exogyra sinuata* (*Gryphæa sinuata*, Sow.), M. Fitton cite, à Atherfield, des morceaux polis de minerai de fer brun, minerai qui est distinctement oolithique dans des masses détachées de la falaise (1847, p. 302). La polissure de ces morceaux est due sans doute à un remaniement. Un effet analogue se remarque, à l'angle oriental du bassin, sur des grains et de petits fragments irréguliers de minerai de fer brun détachés de feuillets superficiels de la couche n° 11. On les trouve avec leur poli dans

---

(1) La zone dont il s'agit contient à Wassy un assez grand nombre de Panopées plissées qui ont été diversement déterminées par divers géologues. En ayant trouvé quelques tests, nous avons pu vérifier, par leurs stries à points élevés, qu'ils appartenaient, malgré leurs plis prononcés, à la *Panopæa neocomiensis*, d'Orb., et non à la *P. plicata*, ni à la *P. Prevostii*.

La liste des espèces recueillies par M. Fitton aux minières de Wassy (1847, p. 325) ne distingue pas ce qui appartient à nos couches 11 et 12 de ce qui provient de l'argile à Plicatules inférieure. Dans tous les cas, l'*Unio* seule vient de la couche n° 11. Les *Astarte numismalis*, *Isocardia neocomiensis* et *Trigonia divaricata* ne sont pas de cet étage, de sorte que les noms doivent être changés. Enfin, le *Pecten quinquecostatus* et la *Pterodonta* qu'y indique M. Fitton sont les espèces nommées *Janira Royeriana* et *Varigera Rochatiana* dans le *Prodrome* d'Alcide d'Orbigny.

la couche 12, et, quand celle-ci manque, dans l'argile à Plicatules inférieure, au-dessous de l'*Exogyra sinuata*,

Voilà un premier aperçu d'une faune commune, c'est-à-dire partagée entre les deux régions opposées du bassin.

2° *Zone paléontologique de l'argile à Plicatules moyenne.*

La position de cette zone immédiatement au-dessus de la précédente a été rendue plus évidente à Louvemont et à Saint-Dizier que partout ailleurs, à cause du nombre et de l'état des coupes de terrain. A Louvemont, quatre coupes, échelonnées depuis la base du versant sud du coteau jusqu'à son sommet, faisaient voir, en 1856, les couches n°s 8, 9, 11, 13 inférieure et moyenne, 14 et 15. Elles nous ont permis de vérifier que c'est bien à la partie moyenne de la couche n° 13 qu'appartiennent les deux rangs de concrétions que nous rapportions à ce niveau (*Bull.*, 2e sér., VIII, p. 442), et qui, placés à peu près à un mètre l'un au-dessus de l'autre, contiennent un *Nautilus*, des *Ammonites*, des *Ancyloceras*, des empreintes de plantes marines et des ramifications qui ressemblent à des griffes rameuses de *Fucus*. C'est à la même hauteur que sont les céphalopodes dans les terriers des diverses tuileries alimentées par l'argile à Plicatules, bien qu'ils y soient le plus souvent à l'état de pyrite brillante ou de pyrite épigène et sans concrétions.

A Saint-Dizier, pendant la première année de grande sécheresse qui a suivi les grandes eaux de 1856, le pied de la berge gauche de la rivière s'est trouvé dégagé d'éboulis, et nous avons pu le suivre plus loin qu'en d'autres temps. Là, contrairement à l'apparence d'horizontalité que prend l'ensemble du dépôt regardé du haut de l'escarpement, nous avons vu la couche à *Exogyra sinuata* de la zone précédente s'abaisser et disparaître sous le niveau du courant, puis l'argile à Plicatules moyenne suivre la même inflexion et descendre jusqu'au-dessous de la surface des eaux les plus basses, reprenant ensuite une position presque horizontale, ainsi qu'on en jugeait par le degré d'inclinaison des feuillets d'argile dont la disposition schistoïde était alors très distincte. Nous avons recueilli dans cette argile et dès sa base, c'est-à-dire dans la partie qui succède à la couche inférieure ou à *Exogyra sinuata*, des moules pyriteux de coquilles de céphalopodes des genres *Ammonites*, *Crioceras?*, *Ancyloceras*, *Toxoceras* et *Hamulina*, d'Orb., avec quelques moules de *Rostellaria* et de *Nucula*. Beaucoup de fossiles, entraînés par l'eau, s'usent et s'épigénisent dans le lit de la rivière. Les espèces sont les mêmes et dans le même état que celles

trouvées au-dessus de la zone inférieure à la Houpette (Meuse), à Sermaize (Marne), à Narcy, à Voy-le-Comte, dans une fouille d'essai faite à demi distance de Saint-Dizier et de Valcourt, entre la route départementale et la forêt, et dans diverses autres localités de la bordure du bassin. Enfin, l'argile qui est au-dessus de celle-là est l'argile à Plicatules supérieure qui devient sableuse, et même charbonneuse et pyriteuse, et qui ne nous a pas donné de coquilles fossiles. L'ensemble est moins puissant dans le voisinage de Saint-Dizier que dans le canton de Wassy, ce qui fait que les céphalopodes occupent moins de hauteur dans l'argile de Saint-Dizier que dans celle des environs de Wassy.

Quelques individus de l'*Ammonites Deshayesi* et du *Nautilus*, que M. Fitton rapporte au *N. radiatus*, Sow., ont commencé à se montrer dans la zone précédente, ainsi que le *Conoteuthis Dupinianus*, d'Orb.; mais ce n'est que dans l'argile à Plicatules moyenne qu'est la véritable faune des céphalopodes de l'étage aptien, et qu'ont été trouvés jusqu'à présent les *Ancyloceras* (*Scaphites* des Anglais) et autres genres à tours non contigus appartenant à cet étage.

Lorsque les véritables rapports des dépôts des deux régions opposées seront bien connus, on ne devra pas s'étonner de voir certaines espèces paraître plus tôt en Angleterre qu'en France; car elles ne pouvaient pas se développer dans la région française pendant que la faune marine l'abandonnait et que l'eau douce l'envahissait. Mais, ce qui est très remarquable, c'est que les *Ancyloceras* (*Scaphites*) et les *Crioceras*, accompagnés d'*Ammonites* de la zone dont nous parlons en ce moment, occupent, dans l'île de Wight, les assises V, VI et VIII (1), nommées à cause de cela *Scaphites group*, *lower* et *upper Crioceras group*, les Ammonites s'élevant même jusque dans l'assise XI. Ainsi, il existe en France et en Angleterre un second horizon géologique très bien caractérisé et dans la même position relative, c'est-à-dire immédiatement au-dessus du premier niveau principal de l'*Exogyra sinuata* et de la *Terebratula sella*. C'est là l'indice de la continuation du partage de la faune, ou plutôt d'un autre partage, puisqu'il y a, entre le précédent et celui-ci, des différences qui prouvent qu'après le premier la faune ne s'est plus trouvée dans les mêmes conditions.

---

(1) Le texte de l'auteur anglais (p. 304 à 306) complète son tableau, en mentionnant aussi le genre *Ancyloceras* sous le nom de *Scaphites*, comme existant dans les assises V, VI et VII.

Les espèces communes aux deux régions dont il s'agit, dans la partie où dominent les céphalopodes, sont :

1° Le *Nautilus* désigné par M. Fitton sous le nom de *N. radiatus*, Sow., et qui est différent du *N. pseudo-elegans*, d'Orb.;

2° L'*Ammonites* que le texte anglais (p. 304) place dans l'assise V sous la dénomination d'*A. Mantelli*, d'Orb., pl. 103 et non 104, espèce que nous avons recueillie à Louvemont, mais qui exige une détermination autre que celle-là ;

3° L'*Ammonites Martinii*, d'Orb., que M. Fitton a omise dans les assises VI et VIII de son tableau, mais qu'il y indique dans ses listes particulières à ces assises (p. 305 et 307) ;

4° Et l'*Ammonites Deshayesi*, Leym., qui est très abondante dans le bassin de la Seine.

Quant au *Nautilus Saxbii*, Morris (*N. Lallierianus*, d'Orb.), et aux *Ammonites Cornuelianus*, d'Orb., et *Hambrovii*, Forb., qui sont de l'assise III de l'île de Wight, ils ne pouvaient pas paraître aussitôt en France, s'il est vrai, comme nous le dirons, que cette assise III se soit formée à l'époque de nos couches d'eau douce ; mais ils sont de ce côté-ci dans l'argile à Plicatules moyenne, et nous avons même vu aussi l'*A. Cornuelianus* commencer dans l'argile à Plicatules inférieure. C'est, selon nous, une transmission par alternance, et c'est à l'interruption de la faune marine par l'eau douce, dans l'angle oriental du bassin, que nous devons de ne voir aucun céphalopode aptien de notre région paraître dans nos dernières couches néocomiennes.

M. Fitton a fait remarquer, au sujet des *Crioceras* d'Atherfield, qu'il n'en avait été décrit qu'une seule espèce, les couches qui contiennent ces fossiles n'ayant pas encore été examinées avec une suffisante attention (1847, p. 301). On peut en dire autant de notre argile à Plicatules moyenne, ses céphalopodes à tours non contigus étant rarement assez complets pour se prêter à une détermination rigoureuse. Cependant nous croyons qu'à ce niveau la région française en possède plus d'espèces que la région anglaise, et qu'elle a aussi plus d'espèces d'Ammonites. Cela peut provenir d'une légère différence de profondeur ; aussi voyons-nous que la portion de la série de l'île de Wight que nous mettons en parallèle avec notre argile à Plicatules moyenne est en revanche moins dépourvue d'acéphales (1), le développement d'une classe

(1) Comme espèces propres accompagnant les espèces communes aux deux régions, il y a, dans l'île de Wight, les *Ammonites consobrinus*, d'Orb., *Scaphites* (*Ancyloceras*) *gigas* et *S. Hillsii*, *Crioceras*

devant être la conséquence des conditions physiques qui tendent à l'appauvrissement d'une autre classe.

Outre les espèces communes, il y a des espèces propres à chaque région, ce que l'auteur anglais considère lui-même comme une chose naturelle (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., I, p. 439). Aussi trouvons-nous dans les faits suivants une confirmation suffisante de notre assimilation, malgré les différences secondaires résultant des espèces propres.

L'*Exogyra sinuata* (*Gryphæa sinuata*, Sow.) a son second niveau principal dans l'assise X de l'île de Wight, nommée à cause de cela *second Gryphæa group*, et M. Fitton l'a vue, sur un autre point de la région anglaise, à un niveau qui lui a paru correspondre à peu près au n° 43 (assise XIII) d'Atherfield. Dans la Haute-Marne, nous en avons remarqué en 1858 un nouveau lit, à la vérité peu étendu, dans une des minières de la Grange-au-Rupt, près de Wassy, lit plus élevé que celui de la zone précédente, et qui appartient par sa position à l'argile à Plicatules moyenne. Si nous ajoutons à cela la présence de quelques individus de cette espèce au niveau des céphalopodes, à Louvemont, et d'un autre individu entier dans le grès de Valcourt (n° 14), ainsi que nous l'avons dit en 1851, nous pourrons affirmer que l'extension verticale que l'*Exogyra sinuata* prend dans l'étage aptien du bassin de la Seine est en rapport avec celle qu'elle a dans les assises aptiennes de l'île de Wight.

3° *Autres parties du groupe.*

Comme conséquence des rapprochements que nous venons de faire, la couche rouge n° 12 de France a nécessairement pour contemporaine la couche n° 11 (*brown and yellow sand*) de l'assise IV d'Atherfield, puisqu'elles gisent l'une et l'autre immédiatement au-dessous de la plus basse des deux zones qui viennent d'être examinées. Il doit aussi en être de même pour la contemporanéité de toute l'assise d'eau douce (nos 8 à 11) de France et

---

Bowerbankii, et, dans le bassin de la Seine, les *Ammonites Nisus*, d'Orb., *A. interruptus*, Brug., *cesticulatus?*, Leym., *bicurvatus*, Mich., *raresulcatus*, Leym., *Royerianus*, d'Orb., *Benardeus*, Buv., *Ancyloceras Matheronianus*, d'Orb., *Toxoceras Royerianus*, d'Orb., *T. Emericianus?*, d'Orb., *Hamulina Royeriana*, d'Orb. (*Prodr.*), *Helicoceras gracilis*, d'Orb., etc., tous rares, à l'exception des *Ammonites Nisus*, *Ancyloceras Matheronianus* et *Toxoceras Royerianus* qui se présentent assez fréquemment.

de l'assise III (les *crackers*) d'Atherfield, puisqu'elles ont toutes deux une position identique immédiatement au-dessous des deux couches dont nous venons de parler. Et, quand nous voyons la faune marine d'alors exister tout entière dans l'assise des *crackers* et manquer entièrement dans la synchronique de celle-ci en France, puis reparaître abondamment dans la couche 12 de France, et s'appauvrir considérablement dans la correspondante de cette dernière en Angleterre, nous croyons avoir la preuve de son alternance en ce point de la série, comme nous avons eu la preuve de son partage au-dessus. Autant il est rationnel, d'ailleurs, de trouver une coïncidence entre les trois principaux changements minéralogiques de l'assise d'eau douce de France et les trois variations zoologiques de l'assise III de l'île de Wight (1), autant il le serait peu de prétendre que la couche rouge n° 12, qui ne dépasse jamais 50 centimètres, et qui se réduit souvent à de simples concrétions ou s'efface tout à fait, représenterait, outre la couche de 6 mètres d'épaisseur qui commence l'assise IV de l'île de Wight, l'assise III de la même île, qui a plus de 25 mètres. Et puis, dans ce dernier cas, où trouverait-on en Angleterre le dépôt contemporain de l'assise non marine de l'ancien littoral français?

La corrélation stratigraphique que nous venons d'indiquer trouve sa confirmation dans les rapports et les différences paléontologiques sur lesquels nous allons insister.

Nous avons cité les rapports numériques qui existent entre les espèces qui naissent dans l'étage aptien de la région française et celles du même étage qui proviennent de l'étage néocomien de la même région. Notre tableau de 1851 (*Bull.*, p. 449) fait voir que la *couche rouge* n° 12 concourt bien plus que le reste de l'étage aptien à établir ces rapports; et il permet de constater, en même temps, que, sur 183 espèces, alors déterminées, de l'étage néocomien de France, 127, y compris le *nautilus pseudo-elegans*, n'étaient pas connus dans l'étage aptien du bassin de la Seine. Nous avons cité aussi les rapports numériques qui existent entre

(1) Dans la dernière assise de l'étage néocomien de France, la constitution minéralogique a subi trois changements principaux : le sable ferrugineux, souvent à gros grains, au n° 8; l'argile au n° 9, et le fer au n° 11, et parfois aussi dans le n° 10 qui a peu d'épaisseur et de continuité, et dont le grain est fin. Dans l'île de Wight, on remarque trois variations zoologiques dans l'assise des *crackers*, la faune de cette assise ayant plus d'espèces dans ses parties inférieure et supérieure que dans sa partie moyenne, et présentant dans les espèces des différences notables d'une partie à l'autre.

les espèces propres à la partie du *lower green sand* anglais que nous rapportons à l'étage aptien et celles de l'autre partie du *lower green sand* d'Angleterre qui rentre, selon nous, dans l'étage néocomien. M. Fitton ne s'est pas borné à mettre en relief les différences qui distinguent l'ensemble de ses assises I à III de celui du surplus du *lower green sand;* aussi ne serait-ce pas assez de rappeler que, sur les 121 mollusques déterminés qui appartiennent à la série des assises I, II et III d'Atherfield, 71 s'éteignent dans cette série et ne passent pas dans les assises supérieures. Nous devons encore, à l'exemple de l'auteur anglais, signaler l'extinction graduelle des espèces dans la série inférieure d'Atherfield (1847, page 322). Ainsi, d'après le tableau de la publication anglaise, 22 mollusques ne sortent pas de l'assise I; 5 autres s'éteignent dans l'assise II, tandis que 6 y paraissent pour la première fois et vont au delà; et enfin, dans l'assise III, il s'en montre encore 45 nouveaux, dont 30 s'y éteignent. Tout concourt dès lors à prouver que, malgré ses changements d'assiette, dus aux oscillations du sol, la faune marine a accompli son évolution normale assez régulière pour que certaines couches aient été empreintes des caractères zoologiques de celle qui les a immédiatement précédées dans le temps, bien qu'elles en soient éloignées dans l'espace.

La *couche rouge*, n° 12 de l'est, se trouve dans ce cas par rapport à l'assise III (les *crackers*) de l'île de Wight, quoique sa place soit dans l'étage aptien, tandis que l'on doit ranger les *crackers* au sommet de l'étage néocomien. Nous allons le démontrer avec l'aide du tableau placé à la fin de ce paragraphe.

Ce tableau contient 87 espèces, citées par M. Fitton, et qui existent en France et dans l'île de Wight (1). La place de chacune dans les étages est indiquée par des astérisques. En France, la séparation des deux étages est remarquée de manière à ne pouvoir varier. Dans la région anglaise, elle l'est beaucoup moins; aussi les colonnes du tableau présentent-elles deux hypothèses, l'une qui fait entrer dans l'étage aptien l'assise III dite les *crackers*, et l'autre qui la met dans l'étage néocomien. Dans les deux cas, le travail est disposé de manière à donner, autant que possible, par son ensemble, un aperçu de l'évolution de la faune, et, par

(1) Nous avons laissé subsister quelques noms qui devront être changés; nous avons séparé l'*Ostrea Couloni* de l'*Exogyra sinuata*, et nous avons réuni les n°s 104 et 105 de M. Fitton, Alcide d'Orbigny n'en faisant qu'une seule espèce.

plusieurs de ses lacunes, un indice de la perturbation que nous attribuons aux mouvements du sol.

Première hypothèse. 22 espèces (nos d'ordre 20 à 41) seraient le lien commun de tous les étages; 5 espèces néocomiennes des deux régions (nos 15 à 19) n'auraient reparu que dans l'étage aptien de France. 9 espèces néocomiennes de France (nos 42 à 50) n'auraient pas paru dans l'étage néocomien de l'île de Wight et se seraient reproduites dans l'étage aptien des deux pays. 8 espèces néocomiennes de France et de l'île de Wight (nos 62 à 69) auraient manqué dans l'étage aptien de France et se seraient continuées dans celui de l'île de Wight. Enfin, 5 espèces néocomiennes de cette île (nos 70 à 74) ne se seraient pas montrées dans l'étage néocomien de France, mais se seraient prolongées, une (no 74) dans l'étage aptien de France, et les quatre autres dans l'étage aptien des deux contrées.

Les étages se lieraient l'un à l'autre, savoir :

1° Les étages néocomiens des deux régions par 49 espèces (nos 1 à 41, et 62 à 69), dont les 14 premières leur seraient propres;

2° Les étages aptiens des deux régions par 48 espèces (nos 20 à 50, 70 à 73, et 75 à 87), dont les 13 dernières leur seraient propres;

3° L'étage néocomien de France et l'étage aptien d'Angleterre par 50 espèces (nos 20 à 69), dont 11 (nos 51 à 61) leur seraient propres, tandis que les étages néocomien et aptien de France se rattacheraient ensemble seulement par 36 espèces nos 15 à 50), sans espèces propres; les étages néocomien et aptien de l'île de Wight seulement par 34 espèces (nos 20 à 41, et 62 à 73), aussi sans espèces propres; et les étages néocomien d'Angleterre et aptien de France seulement par 32 espèces (nos 15 à 41, et 70 à 74), dont une seule (no 74) leur serait propre.

Seconde hypothèse. 23 espèces (nos 24 à 46) seraient le lien commun de tous les étages. 11 espèces néocomiennes des deux régions (nos 15 à 23, 47 et 48) n'auraient reparu que dans l'étage aptien de France. 2 espèces néocomiennes de France (nos 49 et 50) ne se seraient pas montrées dans l'étage néocomien d'Angleterre, et se seraient reproduites dans l'étage aptien des deux régions. 5 espèces néocomiennes de France et d'Angleterre (nos 55, 56, 67 à 69) auraient manqué dans l'étage aptien de France, et ne se seraient continuées que dans celui de l'île de Wight. Enfin, 6 espèces néocomiennes de l'île de Wight (nos 70 à 72 et 84 à 86) auraient fait défaut dans l'étage néocomien de France, mais se seraient propagées dans l'étage aptien des deux régions.

Les étages se rattacheraient l'un à l'autre, savoir :

1° Les étages néocomiens des deux contrées par 63 espèces (nos 1 à 48, et 55 à 69), dont 24 (nos 1 à 14, et 57 à 66) leur seraient propres;

2° Les étages aptiens des mêmes régions par 31 espèces (nos 24 à 46, 49 et 50, 70 à 72, et 84 à 86), sans espèces propres;

3° L'étage néocomien d'Angleterre et l'étage aptien de France par 51 espèces (nos 15 à 48, et 70 à 86), dont 11 (nos 73 à 83) leur seraient propres, tandis que les étages néocomiens de France et d'Angleterre ne se rattacheraient l'un à l'autre que par 34 espèces (nos 15 à 46, 49 à 56, et 67 à 69), dont 4 seulement leur seraient propres (nos 51 à 54); les étages néocomien et aptien de France seulement par 36 espèces (nos 15 à 50), sans espèces propres; et les étages néocomien et aptien d'Angleterre seulement par 34 espèces (nos 24 à 46, 55, 56, 67 à 72, et 84 à 86), aussi sans espèces propres.

Résumé des rapports numériques dans les deux hypothèses.

PREMIÈRE HYPOTHÈSE.					SECONDE HYPOTHÈSE.				
ÉTAGE NÉOCOMIEN.		ÉTAGE APTIEN.		Totaux	ÉTAGE NÉOCOMIEN.		ÉTAGE APTIEN.		Totaux.
France.	Angleterre (I, II).	France.	Angleterre (III à XIV).		France.	Angleterre (I, II, III).	France.	Angleterre (IV à XIV).	
14	14	»	»	14	24	24	»	»	24
5	5	5	»	5	11	11	11	»	11
22	22	22	22	22	23	23	23	23	23
9	»	9	9	9	2	»	2	2	2
11	»	»	11	11	4	»	»	4	4
8	8	»	8	8	5	5	»	5	5
»	4	4	4	4	»	6	6	6	6
»	1	1	»	1	»	11	11	»	11
»	»	13	13	13	»	»	1	1	1
Total général. 87					Total général. 87				

Par les résultats les plus saillants de ce double examen, on voit que, si l'assise III (les *crackers*) d'Atherfield est rangée dans l'étage néocomien (2e hypothèse), elle augmente les rapports zoologiques des étages néocomiens de France et de l'île de Wight, en les distinguant de l'étage aptien des deux régions par 24 espèces qui resteraient exclusivement néocomiennes, mais elle diminue beaucoup les rapports de même nature qui devraient rattacher

l'étage aptien de France à celui de l'île de Wight; elle différencie et sépare même ces deux derniers, au lieu de les assimiler, puisqu'elle établit un rapport de 21 espèces propres entre l'étage néocomien d'Angleterre et l'étage aptien de France. Si, au contraire, l'assise III d'Atherfield est placée dans l'étage aptien (1re hypothèse) les étages néocomiens de France et de l'île de Wight se distinguent du reste du groupe par 14 espèces qui n'appartiennent qu'à eux; les étages aptiens des deux régions se distinguent également de ce qui les précède par 13 espèces caractéristiques, ce qui donne un total de 27 caractères, tant positifs que négatifs, entre les deux étages du groupe; mais on a l'inconvénient de rattacher l'étage néocomien de France à l'étage aptien d'Angleterre par 20 espèces (9 + 11) qui n'existeraient pas dans l'étage néocomien d'Angleterre, et dont 11 feraient défaut dans l'étage aptien de France. Donc, au point de vue zoologique, l'assise III d'Atherfield n'est ni exclusivement néocomienne, ni exclusivement aptienne; elle est simultanément l'une et l'autre, c'est-à-dire mixte. Elle serait nécessaire pour combler la lacune qui existe dans la série marine du bassin de la Seine; et, si elle avait pu s'y former, elle y aurait pris la place que lui assignait sa constitution mixte, c'est-à-dire celle qu'y occupe l'assise d'eau douce. Elle serait interposée ici, comme elle l'est de l'autre côté du détroit, entre les sédiments évidemment néocomiens et ceux évidemment aptiens. L'assise III d'Atherfield (île de Wight), contemporaine du *Kentish-rag*, est donc aussi contemporaine de l'assise d'eau douce du bassin de la Seine; et il n'est pas étonnant qu'ayant précédé immédiatement, dans l'ordre chronologique, la couche n° 12 de l'angle oriental du bassin, elle ait déversé par oscillation, dans cette dernière couche, non pas la totalité, mais un résidu de sa faune mixte.

En suivant chronologiquement les déplacements de la faune marine dans les principales parties du bassin anglo-français, on remarque qu'il n'y a, non pas un passage brusque, mais une transition graduelle de la faune néocomienne à la faune aptienne; que, sous le rapport zoologique, il n'y a qu'un seul groupe, parce qu'il n'y a qu'une seule faune; que cette faune a une évolution normale, c'est-à-dire que ses espèces se sont montrées, développées, puis éteintes à différentes hauteurs et de telle sorte que les parties qui diffèrent le plus sont la base et le sommet, et que si les deux parties marines du groupe français diffèrent plus entre elles que celles du groupe anglais, cela tient à ce que la faune marine a déserté, pendant un certain temps, la région du littoral français. Mais, sous le rapport stratigraphique, il y a deux

étages dans le groupe; et, comme les phénomènes dynamiques ont nettement marqué, en France, par un *maximum* d'exhaussement, la fin de l'étage inférieur ou néocomien, il y a nécessité de placer stratigraphiquement la limite supérieure du même étage, en Angleterre, au point correspondant à ce *maximum*, dans le temps, c'est-à-dire immédiatement au-dessus de l'assise III d'Atherfield.

Ce point capital étant éclairci, la corrélation des assises I et II de l'île de Wight avec l'argile ostréenne de l'est, n°7, devient évidente (1); et elle le sera encore plus par suite de ce qui sera dit dans l'article suivant, notamment en ce qui concerne le principal niveau de la *Perna Mulleti*, Desh.

4° *Évolution des espèces abondantes du groupe.*

On trouvera peut-être notre mode de preuve trop abstrait et basé sur des éléments susceptibles de varier par suite de nouvelles découvertes et de la détermination des espèces inconnues ou restées incertaines et innommées. De bons géologues semblent d'ailleurs disposés à reprocher à la publication de M. Fitton, de l'année 1847, les inexactitudes de détermination que M. Leymerie imputait à sa communication de l'année 1844, et dont nous avons parlé en commençant. De plus, notre tableau des espèces communes aux deux régions aura peut-être le tort de ne pas signaler le degré d'abondance ou de rareté de chaque espèce dans les étages de chacune des deux contrées mises en parallèle (2). Afin de prévenir toute objection, nous allons suivre, dans leur évolution normale, les espèces abondantes en individus et celles qui dessinent des horizons géologiques, le nombre en étant limité et bien connu dans les deux régions. Nous aurons par elles la confirmation des inductions précédentes.

---

(1) Pour établir cette corrélation, nous divisons la *marne argileuse jaune* en deux portions : l'une que nous laissons sous ce nom avec le sous-étage néocomien inférieur, et l'autre que nous réunissons à l'*argile ostréenne* inférieure. Celle-ci, ainsi composée, correspond à l'assise I d'Atherfield, et l'*argile ostréenne* supérieure à l'assise II de la même localité.

(2) Ainsi, par exemple, on n'y voit pas que la *Lima Cottaldina* et le *Pecten interstriatus* sont très rares dans l'étage néocomien du bassin de la Seine, et que M. Buvignier est jusqu'à présent le seul qui ait cité l'*Exogyra sinuata* dans ce même étage et l'*Arca securis* et l'*Ostrea Leymerii* dans l'étage aptien de la même région.

Tableau dressé pour la détermination de la limite supérieure de l'étage néocomien d'Angleterre.

Numéros d'ordre du présent tableau.	Numéros d'ordre du tableau de M. Fitton.	NOMS DES ESPÈCES ET SYNONYMIES.	PREMIÈRE HYPOTHÈSE. Réunion de l'assise des *crackers* à l'étage aptien.				SECONDE HYPOTHÈSE. Réunion de l'assise des *crackers* à l'étage néocomien.			
			Étage néocomien.		Étage aptien.		Étage néocomien.		Étage aptien.	
			France.	Ile de Wight, assises I et II.	France.	Ile de Wight, assises III à XIV.	France.	Ile de Wight, assises I, II, III.	France.	Ile de Wight, assises IV à XIV.
1	26	*Corbula incerta*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
2	37	*Venus Ricordeana*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
3	42	— *Cornueliana*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
4	44	*Astarte striato-costata*, d'Orb. (*subcostata*, d'Orb., *Pr.*) (*Venus striato-costata*, Forb.)	*	*	. . .	. . .	*	*		
5	46	— *Beaumontii*, Leym. (*obovata*, Sow., *in* Fitt.)	*	*	. . .	. . .	*	*		
6	47	— *substriata*, Leym. (*pseudo-striata*, d'Orb., *Pr.*)	*	*	. . .	. . .	*	*		
7	63	*Trigonia carinata*, Ag.	*	*	. . .	. . .	*	*		
8	65	— *ornata*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
9	82	*Perna Ricordeana*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
10	95	*Mytilus simplex*, d'Orb. (*sub-simplex*, d'Orb., *Pr.*)	*	*	. . .	. . .	*	*		
11	97	*Lima undata*, Desh.	*	*	. . .	. . .	*	*		
12	115	*Terebratella oblonga*, d'Orb. (*Terebratula oblonga*), Sow.	*	*	. . .	. . .	*	*		
13	117	*Emargiuula neocomiensis*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
14	145	*Ammonites Leopoldinus*, d'Orb.	*	*	. . .	. . .	*	*		
15	20	*Panopæa Prevosti*, d'Orb. (*Pholadomya Prevosti*, Desh.)	*	*	* ?	. . .	*	*	* ?	
16	24	*Pholadomya Agassizii*, d'Orb.	*	*	*	. . .	*	*	*	
17	75	*Arca Carteroui*, d'Orb.	*	*	*	. . .	*	*	*	
18	81	*Perna Mulleti*, d'Orb.	*	*	*	. . .	*	*	*	
19	102	*Plicatula placunæa*, Lamk.	*	*	*	. . .	*	*	*	
20	68	*Nucula scapha*, d'Orb. (*Leda scapha*, d'Orb., *Pr.*)	*	*	*	*	*	*	*	
21	73	*Arca Raulini*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	
22	108	*Ostrea Boussiugaultii*, d'Orb. (*Gryphæa harpa*, Forb. — *Exogyra subplicata*, Rœm., *in* Leym.)	*	*	*	*	*	*	*	
23	96	*Lima Cottaldina*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	
24	22	*Panopæa neocomiensis*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*
25	25	*Corbula striatula*, Sow.	*	*	*	*	*	*	*	*
26	30	*Corbis cordiformis*, d'Orb. (*corrugata*, d'Orb.. *Pr.* — *Sphæra corrugata*, Sow.)	*	*	*	*	*	*	*	*
27	50	*Thetis lævigata*, d'Orb. (*minor*, Sow.?, *in* Fitt.)	*	*	*	*	*	*	*	*
28	62	*Trigonia caudata*, Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*
29	67	*Mactra Carteroni*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*

Numéros d'ordre du présent tableau.	Numéros d'ordre du tableau de M. Fitton.	NOMS DES ESPÈCES ET SYNONYMIES.	PREMIÈRE HYPOTHÈSE. Réunion de l'assise des *crackers* à l'étage aptien.				SECONDE HYPOTHÈSE. Réunion de l'assise des *crackers* à l'étage néocomien.			
			Étage néocomien.		Étage aptien.		Étage néocomien.		Étage aptien.	
			France.	Ile de Wight, assises I et II.	France.	Ile de Wight, assises III à XIV.	France.	Ile de Wight, assises I, II, III.	France.	Ile de Wight, assises IV à XIV.
30	72	*Arca Gabrielis*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*
31	74	— *securis*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*
32	88	*Pinna Robinaldina*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*
33	89	*Mytilus lanceolatus*, Sow., *in* d'Orb. (*abruptus*, d'Orb., *Pr.*).	*	*	*	*	*	*	*	*
34	91	— *æqualis*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*
35	99	*Pecten interstriatus*, Leym. (*aptiensis*, d'Orb., *Pr.*).	*	*	*	*	*	*	*	*
36	104, 105	*Ostrea macroptera*, Sow., *in* d'Orb. (*O. carinata* et *prionata* réunies).	*	*	*	*	*	*	*	*
37	107	— *Leymerii*, Desh.	*	*	*	*	*	*	*	*
38	110	*Exogyra sinuata*, Leym. (*Gryphæa sinuata*, Sow. — *Ostrea aquila*, d'Orb.). . .	*	*	*	*	*	*	*	*
39	125	*Rostellaria Robinaldina*, d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*
40	113	*Terebratula sella*, Sow.	*	*	*	*	*	*	*	*
41	114	*Rhynchonella lata*, d'Orb. (*Terebratula Gibbsiana*, Forb.).	*	*	*	*	*	*	*	*
42	57	*Cardium peregrinorsum*, d'Orb. (*peregrinum*, d'Orb., *Pr.*).	*	. . .	*	*	*	*	*	*
43	71	*Nucula simplex*, Desh.	*	. . .	*	*	*	*	*	*
44	76	*Arca Cornueliana*, d'Orb.	*	. . .	*	*	*	*	*	*
45	94	*Lithodomus oblongus*, d'Orb. . .	*	. . .	*	*	*	*	*	*
46	120	*Natica Cornueliana*, d'Orb. . . .	*	. . .	*	*	*	*	*	*
47	60	*Cardium Ibbetsoni*, Forb.	*	. . .	*	*	*	*	*	
48	123	*Acteon Albensis*, d'Orb. (*Tornatella Albensis*, *in* Fitt.). . .	*	. . .	*	*	*	*	*	
49	58	*Cardium Voltzii*, Leym.	*	. . .	*	*	*	. . .	*	*
50	109	*Ostrea Tombeckiana*, d'Orb. (*Exogyra conica*, Sow., *in* Fitt. ?.)	*	. . .	*	*	*	. . .	*	*
51	83	*Avicula pectinata*, Sow.	*	. . .	. . .	*	*	. . .	. . .	*
52	87	*Inoceramus neocomiensis*, d'Orb.	*	. . .	. . .	*	*	. . .	. . .	*
53	154, 112*a*	*Anomya lævigata*, Sow.	*	. . .	. . .	*	*	. . .	. . .	*
54	124	*Turritella Dupiniana*, d'Orb. . .	*	. . .	. . .	*	*	. . .	. . .	*
55	77	*Gervillia anceps*, Desh.	*	. . .	. . .	*	*	*	. . .	*
56	101	*Pecten orbicularis*, Sow. ?.	*	. . .	. . .	*	*	*	. . .	*
57	28	*Tellina Carteroni*, d'Orb.	*	. . .	. . .	*	*	*		
58	33	*Lucina Dupiniana*, d'Orb.	*	. . .	. . .	*	*	*		
59	56	*Cardium subhillanum*, Leym. . .	*	. . .	. . .	*	*	*		
60	129	*Cerithium neocomiense*, d'Orb. .	*	. . .	. . .	*	*	*		
61	134	— *Clementinum*, d'Orb.	*	. . .	. . .	*	*	*		
62	18	*Panopæa irregularis*, d'Orb. . .	*	*	. . .	*	*	*		
63	32	*Lucina globiformis*, Leym.	*	*	. . .	*	*	*		
64	48	*Astarte numismalis*, d'Orb. . . .	*	*	. . .	*	*	*		
65	49	— *transversa*, Leym., *in* d'Orb. (*neocomiensis*, d'Orb., *Pr.*).	*	*	. . .	*	*	*		

Numéros d'ordre du présent tableau.	Numéros d'ordre du tableau de M. Fitton.	NOMS DES ESPÈCES ET SYNONYMIES.	PREMIÈRE HYPOTHÈSE. Réunion de l'assise des *crackers* à l'étage aptien.				SECONDE HYPOTHÈSE. Réunion de l'assise des *crackers* à l'étage néocomien.			
			Étage néocomien.		Étage aptien.		Étage néocomien.		Étage aptien.	
			France.	Ile de Wight, assises I et II.	France.	Ile de Wight, assises III à XIV.	France.	Ile de Wight, assises I, II, III.	France.	Ile de Wight, assises IV à XIV.
66	100	*Janira atava*, d'Orb. (*Pecten quinquecostatus*, var. Sow., *in* Fitt.)	*	*	...	*	*	*		
67	80	*Gervillia alæformis*, d'Orb. (*Perna alæformis*, Sow.)	*	*	...	*	*	*	...	*
68	105	*Hinnites Leymerii*, Desh.	*	*	...	*	*	*	...	*
69	in 110	*Ostrea Couloni*, d'Orb. (*Exogyra subsinuata*, Leym., et *Gryphæa lævigata*, Sow., *in* Fitt.)	*	*	...	*	*	*	...	*
70	66	*Trigonia rudis*, Park. (variété figure 3 de d'Orb., citée sous le nom de *Dedalæa* par M. Fitton)	...	*	*	*	...	*	*	*
71	136	*Nautilus radiatus*, Sow., *in* Fitt. (différent du *N. pseudo-elegans*, d'Orb.)	...	*	*	*	...	*	*	*
72	139	*Ammonites Deshayesi*, Leym. (*fissicostatus*, Phill., *in* d'Orb., *Pr.*)	...	*	*	*	...	*	*	*
73	119	*Natica rotundata*, Forb. (différente des *N. Cornueliana*, *lævigata* et *sublævigata*, d'Orb.)	...	*	*	*	...	*	*	
74	43	*Cardita fenestrata*, d'Orb., *Pr.* (*Venus fenestrata*, Forb.)	...	*	*	...	...	*	*	
75	69	*Nucula lingulata*, d'Orb. (*Leda lingulata*, d'Orb., *Pr.* — *Nucula spathulata*, Forb.)	...	...	*	*	...	*	*	
76	79	*Gervillia linguloides*, Forb.	...	...	*	*	...	*	*	
77	85	*Avicula depressa*, Forb. (*subdepressa*, d'Orb., *Pr.*)	...	...	*	*	...	*	*	
78	122	*Tornatella marginata*, Forb. (*Acteon Forbesiana*, d'Orb., *Pr.*)	...	...	*	*	...	*	*	
79	126	*Rostellaria glabra*, Forb.	...	...	*	*	...	*	*	
80	133	*Cerithium Phillipsii*, Forb., *non* Leym. (*Cerithium Forbesianum*, d'Orb., *Pr.*)	...	...	*	*	...	*	*	
81	137	*Nautilus Saxbii*, Morris (*N. Lallierianus*, d'Orb., *Pr.*)	...	...	*	*	...	*	*	
82	140	*Ammonites Cornuelianus*, d'Orb.	...	...	*	*	...	*	*	
83	142	— *Hambrowii*, Forb.	...	...	*	*	...	*	*	
84	54	*Cardium Cornuelianum*, d'Orb. *Pholadomya Cornueliana*, d'Orb., *Pr.*	...	...	*	*	...	*	*	*
85	111	*Anomya radiata*, Sow. (*pseudo-radiata*, d'Orb., *Pr.*)	...	...	*	*	...	*	*	*
86	118	*Dentalium cylindricum*, Sow.	...	...	*	*	...	*	*	*
87	141	*Ammonites Martinii*, d'Orb.	...	...	*	*	...	...	*	*

En résumant les résultats de recherches faites par M. Edward Forbes, M. d'Archiac fait remarquer que chaque espèce a trois *maxima* de développement, en *profondeur*, en *surface*, et *dans le temps* (*Hist. des progr. de la géol.* I, p. 399). Dès lors, relativement à son passage à travers les sédiments, l'espèce paraît, augmente jusqu'à son *maximum*, puis diminue et enfin disparaît. Cette marche subit toutefois l'influence des phénomènes qui modifient la profondeur. C'est ainsi que, dans l'île de Wight, l'*Exogyra sinuata* (*Gryphæa sinuata*, Sow.) a deux *maxima* de développement, l'un dans l'assise IX, et l'autre dans l'assise X. L'espace qu'occupe verticalement une espèce paraît être d'ailleurs en rapport avec le plus ou le moins de puisssance du dépôt sédimentaire qui la recèle; et, si la sédimentation marine a été interrompue dans une région et ne l'a pas été dans une autre, les espèces semblent avoir plus de tendance à s'isoler et à former des niveaux distincts dans la première région que dans la seconde; c'est au moins ce que l'on observe dans l'angle oriental du bassin, où l'*Ostrea Couloni*, d'Orb. et ses variétés, l'*Ostrea Leymerii*, Desh., et l'*Exogyra sinuata*, Leym., se séparent beaucoup plus l'une de l'autre que dans l'île de Wight; et c'est ce qui a donné lieu à une remarque de la part de M. Fitton (1847, p. 308).

Quoi qu'il en soit, lorsqu'une espèce est au *maximum* de son développement dans une contrée, sans y avoir été précédée d'un accroissement progressif ni suivie d'un décroissement graduel, il est rationnel de chercher son commencement et sa fin dans une autre contrée. Pour suivre une espèce depuis sa première apparition jusqu'à sa disparition, dans un bassin qui a subi des oscillations, il faut donc prendre les sédiments de bas en haut, non pas verticalement dans chaque région, mais obliquement et dans le sens des migrations successives d'une région à l'autre. C'est ce que nous allons faire, pour les espèces abondantes du groupe, en suivant, de bas en haut, la ligne en zigzag formée par la réunion des flèches de notre premier tableau.

1° *Ostrea Couloni*, d'Orb. (*Exogyra subsinuata*, Leym.). Cette espèce et ses variétés *falciformis*, *dorsata* et *aquilina*, Leym. forment un ensemble qui augmente, dans le bassin de la Seine, depuis la base jusqu'au sommet des couches n° 5. Si ce fait n'est pas toujours évident, c'est parce qu'il y a des lits de calcaire qui paraissent dépourvus de ce fossile ou en contenir peu d'individus. Mais il y a d'autres lits, soit calcaires, soit marneux, principalement dans la partie supérieure, où l'abondance des individus est très grande; et c'est là surtout que se font remarquer, à Wassy même, les

variétés à forte carène, et notamment la variété *dorsata*. Excepté celle qui sera citée dans un instant, l'espèce ne dépasse pas, dans l'angle oriental du bassin, le sous-étage néocomien inférieur. Personne ne l'a indiquée plus haut, jusqu'à présent, ni dans la Haute-Marne, ni dans l'Aube et l'Yonne. M. Buvignier la mentionne comme très nombreuse dans l'argile ostréenne de la Meuse, sous le nom de *Gryphæa Couloni*, Defr. (*Statist. géol. de la Meuse*, p. 480); mais il réunit, dans la description du terrain, nos couches 6 et 7 sous le nom d'argile ostréenne, et il ne fixe pas le niveau de l'espèce dans cette argile. Si les échantillons qu'il a observés ne sont pas de la variété dont nous parlerons ci-après, cette particularité pourrait s'expliquer par l'effet de ce léger déversement vers le nord, auquel nous avons attribué la progression que l'argile ostréenne a faite de ce côté-là. Dans tous les cas, l'*Ostrea Couloni* a quitté la région française, à l'instant où elle était à son *maximum* de développement numérique, pour passer dans la région anglaise. Bien que M. Fitton ne la sépare pas de l'*Exogyra sinuata* (*Gryphæa sinuata*, Sow.), il en a recueilli toutes les variétés aux environs d'Atherfield, et il les dit identiques avec celles qu'il a récoltées lui-même dans le calcaire à Spatangues de Wassy (1847, p. 325). Il signale spécialement de grands *spécimens* à valves détachées et à *carène fortement marquée* dans la couche inférieure de l'assise I (p. 594), la variété *dorsata*, Leym., dans l'assise II (p. 297), et l'espèce, qui porte le nom de variété *Couloni*, dans le bas de l'assise IV de l'île de Wight (p. 302).

Une variété lisse de l'espèce a laissé des tests, en nombre peu considérable, dans l'argile ostréenne inférieure de la Haute-Marne. Cette variété, qui est peut-être celle observée par M. Buvignier à ce niveau, dans la Meuse, répondrait à celle que M. Fitton désigne, sous la dénomination de *Gryphæa lævigata*, Sow. (*Couloni*), dans l'assise I, dans l'assise IV au-dessous des *Scaphites* ou *Ancyloceras*, et au cinquième inférieur de l'assise IX de l'île de Wight (1847, p. 295, 304 et 307).

2° *Perna Mulleti*, Desh. *in* Leym. Les 14 premières espèces de notre second tableau sont transmises par le calcaire à Spatangues ou néocomien, n° 5, de l'est, savoir : 12 à l'assise I d'Atherfield, où elles s'éteignent, et 2 à l'assise II d'Atherfield, qu'elles ne dépassent pas. N'occupant pas une grande hauteur, elles ne dessinent pas d'horizons à individus nombreux. Avec elles entre autres commence, dans l'est, la *Perna Mulleti*, qui prend un grand développement au sommet du calcaire n° 5, ainsi que nous l'avons vu à Soulaines (Aube), au lieu indiqué par M. Leymerie

(*Mém.* IV, p. 345 et 346), et à Trémilly (Haute-Marne) dans des carrières à l'est du bois de l'Orgisset. Cette *Perna* passe ensuite dans l'assise I d'Atherfield, où elle atteint son *maximum*. Au delà, elle ne s'y montre pas; mais cependant elle n'est pas éteinte, car on retrouve les derniers vestiges de son existence dans l'argile à Plicatules inférieure de l'est. M. Raulin l'a même trouvée abondante dans cette dernière argile, auprès de Sougères (Yonne) (Raulin, *Statist. de l'Yonne*, p. 446.).

3° *Corbis cordiformis*, d'Orb. (*C. corrugata*, d'Orb. Prodr. — *Sphæra*, Sow.). Cette espèce, qui se montre dans les couches n°5 de l'est, passe dans l'assise I d'Atherfield. Elle revient dans l'argile ostréenne supérieure de l'est, manifestant son *maximum* d'abondance dans des alternats de calcaire marneux que l'on y remarque au premier port actuel de Saint-Dizier, rive gauche de la rivière, contrée des *Puits-royaux*. Elle reparaît dans la couche rouge n° 12 de l'est; et enfin elle repasse dans l'île de Wight, où on la retrouve dans les assises VIII et XIV.

4° *Ostrea Boussingaultii*, d'Orb. (*Exogyra subplicata*, Rœm. *in* Leym., *Gryphæa Harpa*, Forb.). Celle-ci, une des plus vivaces de tout le groupe, commence avec la couche n° 1 de l'est, se propage dans les couches n° 5, passe dans l'assise I d'Atherfield, puis revient dans l'argile ostréenne supérieure de l'est, n° 7, où son *maximum* de développement numérique est tel qu'elle y constitue des lumachelles. De là, elle repasse dans l'assise III d'Atherfield, d'où elle revient dans la couche n° 12 de l'est, après quoi elle prend fin dans l'argile à Plicatules inférieure.

5° *Ostrea Leymerii*, Desh. Cette espèce a fait, selon M. Buvignier, une première apparition dans le calcaire à Spatangues, n° 5, de la Meuse. Elle passe dans l'assise I d'Atherfield; puis elle vient prendre son développement *maximum* dans l'argile ostréenne supérieure de l'est, après quoi elle se reporte, encore nombreuse, dans l'assise IV d'Atherfield, au delà de laquelle elle n'est pas citée. M. Buvignier l'a encore remarquée, au niveau de cette dernière assise, dans l'argile à Plicatules de la Meuse, ce qui est une rareté (*Statist.* p. 474 et 508).

6° *Plicatula placunæa*, Lamk. On suit cette Plicatule des couches n° 5 de l'est dans l'assise I d'Atherfield, dans l'argile à Plicatules inférieure de l'est, où elle est à son *maximum*, et dans l'argile à Plicatules moyenne, où elle paraît cesser.

7° *Ostrea macroptera*, Sow. *in* d'Orb. (*Ostrea carinata* et *O. prionata*, *in* Fitt.). Cette espèce se montre dans les couches n° 5 de l'est. Elle passe dans l'assise I d'Atherfield, revient dans l'argile

ostréenne supérieure de l'est, puis se partage entre les deux régions, dans le haut de l'assise IV d'Atherfield et dans l'argile à Plicatules inférieure de l'est, acquérant son *maximum* numérique dans celle-ci, ainsi que nous l'avons constaté à Saint-Dizier. Enfin, elle cesse dans les assises VI et VIII d'Atherfield.

8° *Pecten interstriatus*, Leym. Rare dans le calcaire n° 5, ce *Pecten* passe dans les assises I, III et IV d'Atherfield. Au niveau de cette dernière, il se partage, étant au *maximum* de son développement numérique dans l'argile à Plicatules inférieure de l'Est, après quoi il paraît encore dans les assises IX et X d'Atherfield.

9° *Exogyra sinuata*, Leym. (*Gryphæa sinuata*, Sow., *Ostrea aquila*, d'Orb.). Cette espèce n'a été vue dans aucune partie de l'étage néocomien de la Haute-Marne, de l'Aube, de l'Yonne et du Cher. M. Buvignier la cite cependant, sous le nom d'*Ostrea aquila*, d'Orb., dans le calcaire n° 5 de la Meuse (*Statist.* citée, p. 474). Elle se montre ensuite dans les assises I, II et III d'Atherfield. Elle est à son *maximum* au sommet de l'assise IV de la même localité. Elle se partage alors entre cette dernière assise et l'argile à Plicatules inférieure du bassin de la Seine, en s'y produisant aussi avec son abondance *maxima*. Elle se continue de là simultanément dans l'argile à Plicatules moyenne du même bassin et dans les assises V à X de l'île de Wight, avec un développement voisin du *maximum* dans l'assise X. Enfin, M. Fitton, avons-nous dit, l'a encore indiquée, dans un autre lieu, à un niveau correspondant à son assise XIII (1847, p. 318 et 319) ; et le dernier témoin que nous en ayons vu est l'exemplaire recueilli par nous dans le grès de Valcourt, n° 14 des couches de l'est.

Voilà donc une espèce qui a certainement commencé ou pris de l'extension plus tard, et qui a fini plus tard aussi que l'*Ostrea Couloni* et ses variétés. Elles ont à peine coexisté dans le bassin de la Seine, l'oscillation ascendante, qui y a fait affluer l'eau douce, les ayant refoulées toutes deux ailleurs, alors que l'une d'elles n'y était encore qu'en individus très rares. Mais l'accroissement de l'une a dû coïncider avec le décroissement de l'autre dans la région où s'opérait le phénomène dynamique contraire, et c'est ce qui fait qu'on les trouve réunies dans plusieurs assises de l'île de Wight. Un concours des deux espèces a été observé par M. d'Archiac dans un autre bassin (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., VI, p. 382).

10° *Terebratula sella*, Sow. Cette Térébratule va des couches 1 et 5 de l'est dans l'assise I d'Atherfield. Elle atteint le *maximum* de son développement numérique dans l'assise IV d'Atherfield,

se répandant, en même temps, en grand nombre dans l'argile à Plicatules inférieure de l'est. On la retrouve enfin dans les assises V, VI, IX et X de l'île de Wight.

11° *Ammonites Deshayesi*. Leym. Cette Ammonite, qui ne pouvait pas paraître dans la région française pendant l'invasion de l'eau douce, a pris naissance dans l'assise I d'Atherfield, et s'y est continuée dans les assises II et III, avec assez de développement dans celle-ci. Elle est arrivée, en petit nombre, dans l'argile à Plicatules inférieure, et s'est grandement multipliée dans l'argile à Plicatules moyenne de l'est tout en se continuant dans l'assise V, puis dans l'assise IX d'Atherfield, au delà de laquelle elle n'a pas été aperçue.

12° *Ammonites Cornuelianus*, d'Orb. Celle-ci a commencé dans l'assise III d'Atherfield, et, après le retour de la mer dans l'est, elle a atteint son *maximum* dans l'argile à Plicatules moyenne, sans y être aussi abondante et aussi répandue que l'*Ammonites Deshayesi*.

Ce que nous avons dit des *Ancyloceras* et des *Crioceras* nous dispense d'en parler encore ici.

Le *Nautilus pseudo-elegans*, d'Orb., très commun dans le calcaire n° 5 des cantons de Doulevant (Haute-Marne) et de Soulaines (Aube), et que M. Fitton, qui l'a recueilli lui-même à Wassy, a déterminé dubitativement sous le nom de *Nautiles radiatus* (1847, p. 325), ne prend pas place dans cette revue, parce que nous craignons une assimilation hasardée, n'ayant sous les yeux aucun exemplaire du *Nautilus radiatus* de l'assise I d'Atherfield. Nous passons la *Janira atava*, d'Orb., désignée par M. Fitton sous le nom de *Pecten quinquecostatus*, parce que la variété qu'on en trouve dans la couche rouge n° 12 de l'est a été érigée en espèce, dans le prodrome d'Alcide d'Orbigny, sous la dénomination de *Janira Royeriana*, et que nous ignorons si une semblable distinction est à faire pour l'espèce de l'assise III d'Atherfield.

Un Échinoderme, l'*Echinospatagus cordiformis*, Breynius *in* d'Orb. (*Spatangus retusus*, Lamk., *Holaster complanatus*, Ag., *Toxaster complanatus*, Ag. et Desor), qui abonde dans le calcaire n° 5 de l'est, et que l'on croyait exister aussi dans l'argile ostréenne supérieure et dans la couche 12, est signalé par M. Fitton, sous le nom de *Holaster complanatus*, dans les assises I, II, III et XIV de l'île de Wight. Mais il en faudrait des exemplaires de toutes ces assises pour faire une comparaison exacte, l'espèce de l'argile ostréenne étant devenue l'*Echinospatagus neocomiensis*, d'Orb., et celle de la couche n° 12 ayant été distinguée, avec raison, sous

le nom de *Heteraster oblongus*, d'Orb. (*Spatangus oblongus*, Brongn., *Toxaster oblongus*, Ag.).

Ces quelques points d'incertitude ne peuvent pas empêcher de reconnaître qu'en suivant les espèces dans le sens de leurs migrations, les phénomènes géologiques deviennent intelligibles ; l'évolution de la faune a une marche simple et naturelle, ainsi que celle de chaque espèce en particulier ; et la cause principale des déplacements des animaux marins cesse d'être un problème.

M. Fitton a signalé le grand nombre de places qu'occupent, dans l'île de Wight, certaines espèces qu'il a désignées (1847, p. 331). En France, l'interruption de la série, le peu de puissance des couches, et leur composition moins complexe, empêchent de dresser une échelle analogue. Mais, à part ce qui concerne la *Thetis lævigata*, d'Orb. (*Thetis minor*, Sow. *in* Fitt.), et la *Pinna Robinaldina*, d'Orb., qui sont rares dans l'est, les nombres de M. Fitton sont en rapport avec le degré d'abondance que les espèces présentent dans l'angle oriental du bassin.

Les plus amples oscillations du bassin anglo-parisien ont été celles du S.-E. et du N.-O. Le S.-O. et le N.-E., moins affectés, ont été relativement plus immobiles, et la faune a dû y être comparativement plus persistante et plus semblable à elle-même. Ne serait-ce pas à cette circonstance que l'on devrait de trouver la *Terebratula prælonga*, l'*Ostrea Leymerii* et l'*Exogyra sinuata* réunies dans les sables verts de Grandpré (Ardennes), localité peu éloignée de la région immobile du N.-E. ? (voir d'Archiac, *Hist.* IV, p. 268 et 280, et Buvignier, *Statist.* citée, p. 513). M. Buvignier rappelle, au sujet de ce concours d'espèces, que souvent dans les localités où certains terrains sont peu développés, on trouve réunis, dans une même couche, des fossiles qui, en d'autres lieux, sont répartis dans des assises distinctes, séparées quelquefois par une épaisseur considérable. Cette particularité n'aurait-elle pas eu pour cause l'immobilité du sol de la contrée où elle s'est produite ?

Notre travail s'appliquant seulement à des régions qui appartiennent à un même bassin, nous ne voulons ni ne pouvons rien préjuger sur l'état paléontologique des autres bassins contemporains. Peut-on espérer y trouver les mêmes associations d'espèces, et y voir les apparitions et disparitions de chacune d'elles se produire dans le même ordre et à des moments correspondants, lorsque le bassin que nous étudions nous présente, à lui seul, de grandes différences d'un côté à l'autre ? Il y aura toujours entre eux des différences plus ou moins grandes, selon qu'ils se ressembleront

plus ou moins par les conditions de latitude, de forme, de profondeur, de sédimentation, etc., et par les modifications dues aux mouvements du sol.

Les couches de Purbeck étant rapportées maintenant à la fin de la période jurassique, le groupe wealdien reste composé de deux étages : les *sables d'Hastings* et l'*argile wealdienne*. Dans cet état de la science, nous résumons ainsi ce qui précède :

Un premier mouvement plaça la région française du bassin au-dessous du niveau marin ; de sorte qu'elle fut envahie par la mer néocomienne, dont la faune s'y développa à mesure que cette mer y devenait plus étendue et plus profonde. L'animalisation marine y fut d'autant plus variée qu'elle était tout entière d'un seul côté; et de là vient que le calcaire néocomien n° 5 est si riche en espèces de presque toutes les classes. Le sol de la région anglaise n'était alors couvert que par des eaux douces; et il était si peu au-dessus du niveau de la mer que les eaux marines y firent, de temps en temps, des irruptions momentanées, et y laissèrent des coquilles littorales. D'après cette manière de voir, les *sables d'Hastings* sont contemporains de l'assise la plus basse du sous-étage néocomien inférieur de l'est, et la seconde assise de ce sous-étage est contemporaine de l'argile wealdienne.

Nous avons déjà dit que nous divisions la marne argileuse jaune, pour ne laisser sous ce nom que sa partie inférieure, et que nous réunissions sa partie supérieure à l'argile ostréenne inférieure. Avec la marne argileuse jaune ainsi réduite, un second mouvement, exhaussant la région française et abaissant la région anglaise, a commencé à déplacer, sans secousse, la mer néocomienne. Ce mouvement se continuant, la faune s'est retirée presque totalement du rivage français, et s'est reportée à l'opposé, sur sur le sol anglais, où les eaux marines vinrent remplacer le lac wealdien. Alors se sont déposées simultanément l'argile ostréenne inférieure, dont la faune est nulle, et l'assise I, dite *Perna Mulleti*, de l'île de Wight, dont la faune est étendue. La faune, qui décroissait de la marne argileuse jaune à l'argile ostréenne inférieure de l'est, augmentait, au contraire, de la couche 1 à la couche 2 de l'assise à *Perna Mulleti* d'Angleterre.

Un troisième mouvement, contraire au précédent, mais moins prononcé, a ramené en partie la faune dans la région française, et l'a laissée en partie dans la région anglaise. C'est ce qui fait qu'on la trouve partagée et, par suite, moins variée et plus côtière, dans l'*argile ostréenne supérieure* n° 7 de l'est et dans l'assise II de l'île de Wight, dite *Atherfield clay*, toutes deux contemporaines.

Dans ce partage, elle a subi les modifications inhérentes à la profondeur, qui devenait moyenne de part et d'autre, au lieu d'avoir son *maximum* d'un côté et son *minimum* à l'opposé.

Un quatrième mouvement, encore inverse du précédent, mais plus considérable, a émergé le rivage français, qui a été envahi par l'eau douce, et a abaissé la région anglaise. Toute la faune marine s'est alors reportée vers cette dernière, où elle a pris un grand développement; et elle a fait place à une faune fluviatile dans l'angle oriental du bassin. Ce fut alors que se déposèrent simultanément, en France, la dernière assise du sous-étage néocomien supérieur, et, dans l'île de Wight, l'assise III dite les *crackers*, les changements minéralogiques de l'une correspondant aux variations paléontologiques de l'autre.

L'eau douce paraît avoir occupé moins de place en France qu'elle n'en avait occupé en Angleterre lors de la formation du groupe wealdien. Aussi croyons-nous que la mer n'avait pas totalement abandonné la région française, qu'une partie des espèces marines avait pu vivre vers le centre du bassin, sur des points que nos regards ne peuvent sonder aujourd'hui, et que c'est peut-être à cause de cela que la faune des *crackers* paraît un peu moins variée que celle du calcaire n° 5 de l'est. Dans tous les cas, un cinquième mouvement, toujours en sens contraire du précédent, a ramené tout à coup presque toute la faune marine dans la région française, au détriment du sol anglais; de sorte que les restes de cette faune sont enfouis dans la couche rouge n° 12 de l'est, tandis que la partie inférieure (*brown and yellow sand*) de l'assise IV, *lower Gryphæa group*, de l'île de Wight, en est presque dépourvue. C'est ce qui fait que, pour la ressemblance paléontologique, la couche n° 12 de l'est est à l'assise des *crackers* ce que l'assise à *Perna Mulleti* est au calcaire néocomien n° 5.

A ce cinquième mouvement, qui a eu moins de durée que la plupart de ceux antérieurs, en a succédé un sixième, qui a eu pour effet de partager ou d'égaliser, à peu près, la faune dans la région française et dans la région anglaise, en l'y rendant plus côtière. C'est ce qui est arrivé à l'époque des deux dernières couches de l'assise IV de l'île de Wight et de l'argile à Plicatules inférieure, n° 13, que nous regardons comme contemporaines, et où se trouve, de part et d'autre, le principal niveau de la *Terebratula sella* et de l'*Exogyra sinuata*.

Un septième mouvement, qui a affecté tout le bassin, y a amoindri la faune, peut-être par l'effet d'un léger exhaussement général. Alors se sont déposés, dans les deux régions, les restes

des Céphalopodes aptiens, notamment l'*Ammonites Deshayesi* et les *Ancyloceras* (*Scaphites* des géologues anglais). Ce fut le temps du dépôt de l'argile à Plicatules moyenne n° 13, et des assises V à XIII de l'île de Wight.

Un huitième mouvement, exhaussant un peu le sol français et abaissant d'autant le sol anglais, a rendu la faune nulle ou presque nulle dans la région française, et l'a augmentée à l'opposé. Alors se sont formées l'argile à Plicatules supérieure et l'assise XIV, dite *ferruginous bands of Black-Gang-Chine*, de l'île de Wight.

La faune du gault, indiquée par plusieurs géologues dans les sables verts n° 15, aurait commencé plus tôt en France qu'en Angleterre, peut-être par l'effet d'un neuvième mouvement, en sens inverse du huitième, et qui, étalant ces sables au delà des extrémités du groupe du grès vert inférieur de France, aurait précédé l'époque d'uniformité attestée par le gault proprement dit.

La faune marine du *grès vert inférieur* du bassin anglo-français a été cinq fois alternante et trois fois partagée, depuis le commencement de ce groupe jusqu'à la fin de l'argile à Plicatules. Le bassin de la Seine possède la partie inférieure, une portion de la partie moyenne, et la partie supérieure de cette faune ; et le sol anglais n'en a que les parties moyenne et supérieure. M. Élie de Beaumont avait donc raison d'enseigner que le groupe wealdien était contemporain des dépôts néocomiens.

Il résulte de notre examen que, dans une même période géologique, deux dépôts synchroniques peuvent avoir des faunes différentes, et, réciproquement, deux dépôts non synchroniques peuvent avoir la même faune. Ce n'est que quand il y a eu égalité de conditions physiques au même moment, dans les différentes régions d'un bassin, que le partage de la faune a pu laisser dans les couches des témoins identiques de leur contemporanéité.

VII. *Ligne isonome. Vestiges d'un ancien affluent d'eau douce.*

Nous avons décrit et figuré autrefois la constitution géognostique du sol de la vallée de la Marne, entre Saint-Dizier et les Côtes-Noires de Moëlains (*Mém.*, 1re sér., IV, p. 233 et 254, et pl. XIII, fig. 1, et XIV, fig. 1 et 2). Des figures 1 et 1 *a* de la planche XIV donnent le dessin exact, c'est-à-dire le portrait, et l'orientation de la coupe d'un des accidents de cette vallée, tel qu'on le voyait dans la berge gauche de la rivière, en 1836. Cette coupe se voit encore très bien maintenant, malgré les changements dus à l'ac-

tion continue du courant et l'oblitération d'une de ses parties. C'est en face de cette coupe, dans le lit de la rivière, que M. Henri Tombeck a trouvé des pyrites enveloppant des cônes de *Pinus elongata* et, plus récemment, une *Unio*. La nature de ces fossiles et la disposition particulière des éléments constitutifs du sol de la berge l'amenèrent à nous demander s'il ne fallait pas voir là un dépôt local et particulier, produit par un ancien courant d'eau douce. Avant de donner à cette question une solution réfléchie, nous avons profité du moment de l'année dernière où l'eau était très basse dans la rivière, pour examiner de nouveau tous les faits géologiques, depuis Saint-Dizier jusqu'à Moëlains, et même jusqu'aux Côtes-Noires; et nous avons exploré, avec l'aide d'une nacelle, la coupe que nous venons de rappeler. Voici les éléments de la solution demandée.

De Chancenay aux Côtes-Noires, l'inclinaison des couches n'est plus la même que dans les parties moyenne et méridionale de l'arrondissement de Wassy. Non-seulement elle a changé avec le changement de direction des couches (S.-N); mais encore elle a été influencée par la grande faille de Narcy à Baudonvilliers, et principalement par la portion septentrionale de cette faille. De sorte qu'elle a lieu du N.-E. au S.-O., ou à peu près, depuis Chancenay jusqu'à mi-chemin de Saint-Dizier à Valcourt, après quoi les couches ou les lits de grès (n° 14) qui traversent la rivière, depuis cette demi-distance jusqu'au delà de Hoëricourt, se relèvent en sens contraire. Le banc de grès *n*, *o*, indiqué sur les planches précitées, et que nous avions cru ployé, a été vu plus à découvert, et ne fait pas exception. Il est comme les autres bancs de grès, c'est-à-dire que tous inclinent vers Saint-Dizier. Il y a donc, dans l'espace examiné, une disposition des couches en fond de bateau, une partie se relevant du côté de la faille, et l'autre partie se relevant du côté opposé, ou, si l'on veut, un affaissement entre les deux points extrêmes. Le niveau géologique des grès devrait même se dessiner dans la falaise des Côtes-Noires; et, comme cette falaise présente, à sa base, les sables n° 15, et le gault au-dessus, on se demande s'il n'y aurait pas là une légère faille secondaire qui aurait fait descendre les grès n° 14 au-dessous du niveau qu'ils ont dans la vallée même. Il résulte de l'ordonnance générale que nous venons de signaler qu'entre Chancenay et les Côtes-Noires, la direction de toutes les couches, de l'inflexion du lit d'*Exogyra sinuata* et de tous les bancs et lits de grès, est S. 30° E à N. 30° O., c'est-à-dire parallèle à la portion de faille que nous avons indiquée. Or, si l'on cherche la direction des

alternats de sable et d'argile qui composent la coupe pl. XIV, fig. 1 et 1 *a* de notre premier mémoire, on trouve qu'elle est, par approximation, N.-E.-S.-O., ou presque perpendiculaire à la direction des couches marines de la vallée. Il y a donc, dans cette coupe, un effet exceptionnel et entièrement local. On peut encore l'observer au coude *d* de la rivière, fig. 1re, pl. XIII précitée, où l'on ne voit plus maintenant la partie A ni le talus de port représentés dans la fig. 1re, pl. XIV. Cet effet, aussi anormal que local, nous semble bien être le produit d'un affleurement d'eau douce, qui venait du N.-E. ou de l'E.-N.-E., et qui se jetait dans la mer néocomienne, à l'époque de la formation de l'assise supérieure du sous-étage néocomien supérieur.

Il y a plusieurs faits en faveur de cette opinion.

1° Les fossiles cités plus haut, *Unio* et cônes de Pin, sont d'origine fluviatile et terrestre. Si les pyrites que nous avons détachées de la berge ne nous ont pas donné de cônes comme celles recueillies dans le lit de la rivière, nous avons trouvé beaucoup de feuilles de Pin à la base du premier alternat sableux qui atteint le niveau de l'eau, en allant du point C au point B, fig 1re, pl. XIV; et nous en avons vu quelques-unes en dehors de cet alternat.

2° En amont du point A de cette dernière figure, est l'argile ostréenne supérieure, n° 7, avec ses fossiles marins et ses petites plaquettes à Entomostracés. Cette argile ostréenne a une légère inclinaison dans le sens que nous avons indiqué, le même que pour le calcaire n° 5, ici à teinte bleuâtre, qui supporte le grand pont de Saint-Dizier, et que pour l'argile à Plicatules qui est en aval du barrage; et cette inclinaison est toute différente de celle qui affecte les alternats sableux et les feuillets argileux de la coupe particulière que nous examinons. La stratification de ces alternats et de ces feuillets est totalement différente de celle de l'argile ostréenne.

3° C'est à travers la masse de cette dernière argile que le courant aurait frayé son passage, pendant que l'exhaussement de la région française reculait le rivage néocomien. Aussi, avons-nous remarqué autrefois, un peu en aval, beaucoup de lignite en fragments dans l'argile rose marbrée n° 9 (*Mém.*, 1re sér., IV, p. 254), dont la couche est plus pure à la descente de la rue de l'Aune, à la ferme de Saint-Pantaléon, et à l'entrée du Vert-bois à l'est de la ville. De plus, le fer oolithique n° 11 manque autour de Saint-Dizier; de sorte que, son dépôt ne se faisant que plus loin à l'ouest,

le courant devait se prolonger jusqu'au point où se formait cette couche d'eau douce. Ce même courant n'a laissé dans ses sédiments aucun fossile marin remanié provenant de l'argile ostréenne ni d'aucune autre couche fossilifère.

4° Les couches du groupe ont moins d'épaisseur à Saint-Dizier et dans le voisinage que dans le reste de l'arrondissement de Wassy, et la série entière y est aussi moins complète; comme si cette localité avait été plus rapprochée du rivage.

5° D'après la courbe actuelle des affleurements de la base du groupe, nous avons pensé que l'ancien rivage néocomien formait un angle rentrant dans le département de la Meuse, en face de la localité dont nous nous occupons en ce moment, et que l'action de la faille voisine avait eu peu d'influence sur cette disposition. Il y a une ligne ou une bande de terrain que nous nommons *isonome*, parce que la vie marine, la sédimentation et la fossilisation s'y sont accomplies dans les mêmes conditions. Cette ligne est celle où, au défaut ou par l'ablation des couches n°s 3 et 4, les eaux marines trouvaient un fond solide ou rocailleux, à l'époque du dépôt des couches n° 5. Là ont vécu, en abondance, des polypiers de petite taille, des Amorphozoaires et certains Brachiopodes. Là aussi, ou à proximité, les coquilles des mollusques se sont spathifiées. On a reconnu cette ligne dans plusieurs localités de l'Yonne et sur quelques points de l'Aube; et nous l'avons déjà suivie en plusieurs endroits de l'arrondissement de Wassy. Serait-elle due à un ancien courant marin littoral? C'est ce que nous ne décidons pas. Toujours est-il qu'elle semble avoir été parallèle au rivage, et qu'après les indices de son existence sur les territoires de Baudrecourt, Morancourt, Guindrecourt-aux-Ormes et Curel, on la retrouve à Bettancourt-la-Ferrée, et des fouilles l'ont fait découvrir, encore mieux caractérisée, sous les alluvions de la vallée de la Marne, au Clos-Mortier près Saint-Dizier, ainsi que dans la contrée des Eturbées, voisine de la même ville. Cette déviation si prononcée ne prouverait-elle pas que le rivage marin décrivait une courbe rentrante en regard de Saint-Dizier, avant de prendre la direction S.-N. dans le département de la Meuse?

VIII. *Division du groupe.*

Le nom de *néocomien* est moins ancien que celui de *grès vert inférieur* (*lower green sand*). La série à laquelle il a été donné ne forme qu'un étage du groupe; il doit donc être conservé pour

désigner cet étage. Celui de *grès vert inférieur* comprend un étage et la moitié de l'autre; dès lors, il convient mieux pour indiquer le groupe entier.

Nous avons assez fait voir qu'il n'y a qu'une faune, modifiée par les effets du temps et des phénomènes dynamiques, et que les étages ne sont pas zoologiquement indépendants l'un de l'autre. La division en étages n'est donc que la démarcation des résultats physiques des principales oscillations qui ont affecté le bassin entier pendant une même période géologique. Sans doute, chaque étage contient des espèces qui lui sont propres; mais les différences sont moins grandes, et les points de ressemblance paléontologique plus nombreux que ne le croyait Alcide d'Orbigny. C'est ainsi qu'outre les espèces que nous avons indiquées comme communes à tous deux, le genre *Conoteuthis*, que ce savant paléontologiste croyait propre à l'étage aptien (*Cours de paléont.* II, p. 596 et 612), a été trouvé dans l'argile ostréenne supérieure de l'étage néocomien (*Bull.*, 2e sér., VIII, p. 438 et 442); que M. Fitton semble annoncer le genre *Vermetus* dans l'étage néocomien de l'île de Wight (1847, p. 207); et que nous avons fait remarquer que certains Céphalopodes aptiens, que l'eau douce avait empêchés de paraître plus tôt dans le bassin de la Seine, avaient commencé, en Angleterre, avant la fin de l'étage néocomien. Nous n'en conservons pas moins le nom d'*aptien* pour désigner l'étage supérieur, mais en lui donnant une signification moins absolue, ce qui nous dispense d'innover sans utilité réelle.

L'étage *néocomien* du bassin de la Seine a bien deux parties principales. Ces deux parties ne sont pour nous que des sous-étages : l'un produit par la première oscillation descendante, et l'autre par la première oscillation ascendante, chacun étant le complément de l'autre, comme chacune de ces oscillations partielles a été le complément de l'oscillation entière. Nous avons d'ailleurs fait remarquer qu'il y a plutôt une sorte de soudure qu'une ligne précise de démarcation entre ces deux sous-étages, la petite couche n° 6, et ce qui l'avoisine, ne contenant aucun signe d'un changement violent ou brusque dans le sens du mouvement, et indiquant plutôt le contraire.

Notre étage néocomien n'est autre que le *terrain néocomien* de M. Leymerie, moins la couche n° 12. Le sous-étage néocomien inférieur est le troisième étage ou étage inférieur de M. d'Archiac, et la troisième assise de M. Leymerie avec ce qui manque dans l'Aube. Le sous-étage néocomien supérieur est le deuxième étage M. d'Archiac, moins la couche rouge n° 12 (d'Archiac, *Hist. des*

progrès de la géologie, IV, p. 278 et 284). Dès 1844, nous séparions cette couche 12 comme étant marine.

La subdivision du sous-étage inférieur en deux assises, faite par M. d'Archiac, se justifie très bien par leurs différences de longueur et de constitution minéralogique, comme par la différence d'étendue de la faune.

La subdivision du sous-étage supérieur aussi en deux assises, l'inférieure qui est la seconde assise de M. Leymerie, et la supérieure qui est la première assise du même géologue, toutes deux adoptées par M. d'Archiac pour son étage moyen; cette subdivision, disons-nous, est dans la nature des choses, l'assise inférieure étant un dépôt exclusivement marin, et l'assise supérieure ne montrant pas d'espèces marines, et ne laissant voir que des débris organiques fluviatiles et terrestres.

Les sables 14 et 15 devant être réunis au groupe du gault, d'après les caractères de leur faune, on ne peut plus diviser l'étage aptien que comme nous l'avons fait sur notre premier tableau, l'assise inférieure (couche rouge et argile à Plicatules inférieure) ayant pour principal caractère les gastéropodes, et surtout les acéphales et les brachiopodes de l'étage; et l'assise supérieure (argile à Plicatules moyenne et supérieure) se distinguant par ses céphalopodes.

Il est facile d'appliquer notre division à la région anglaise, où les mouvements d'oscillation ont eu lieu en sens contraire de ce qu'ils ont été en France. Il suffit, pour cela, de réunir les *sables d'Hastings* et l'*argile wealdienne* au groupe du grès vert inférieur. Par cette réunion et par les corrélations que nous avons établies, les *sables d'Hastings* seraient synchroniquement la première assise, et l'*argile wealdienne* la deuxième assise du sous-étage néocomien inférieur du bassin de la Seine; les assises I et II de l'île de Wight seraient la première assise, et l'assise III de la même île serait la deuxième assise du sous-étage néocomien supérieur de l'est. Enfin, l'assise IV de l'île de Wight serait la première assise de l'étage aptien de l'est, dont la seconde comprendrait le surplus des assises de la série anglaise.

IX. *Observation sur l'absence, dans la région française, de dépôts de l'âge des couches de Purbeck.*

En 1856, M. Triger, qui venait de visiter le terrain jurassique à Portland même, affirma, devant la Société géologique, que le *Portland oolite* des Anglais était représenté, dans la Haute-Marne,

par notre oolithe vacuolaire ou nos dernières couches jurassiques (*Bull.*, 2e sér, XIII, p. 798). D'un autre côté, en rapprochant des faits connus ceux observés par MM. Lory et Coquand, M. Hébert a fait voir qu'à la fin de la période jurassique le sol de l'Europe occidentale était hors des eaux de l'Océan, et n'avait plus que des lacs, tels que celui de Purbeck et du nord du bassin parisien, celui de la Charente, celui du Jura et celui du Hanovre (*Bull.*, 2e sér., XVI, p. 596). En raison de la place que l'angle oriental du bassin anglo-parisien occupe entre ces quatre points, il n'est pas supposable qu'il soit resté sous la mer, pendant que l'émersion se faisait partout autour de lui. Rien n'indique donc, jusqu'à présent, que les couches de Purbeck soient contemporaines du troisième sous-étage de l'étage portlandien de l'est. Elles se seraient plutôt formées après l'émersion de ce troisième sous-étage ; d'autant plus qu'entre lui et l'étage néocomien du bassin de la Seine il y a un *hiatus* marqué par les érosions et dénudations de la surface jurassique, ainsi que nous l'avons expliqué dans nos premières publications.

M. Hébert donne communication de la note suivante de M. le docteur Bureau :

Note sur l'existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la Basse-Loire; par M. le docteur Bureau.

La direction générale des différentes couches dont nous avons à parler dans cette note est O.-N.-O. — E.-S.-E. ; leur plongement ordinaire est vers le N.-N.-E., faisant un angle de 10° à 30° avec la verticale.

Le terrain dévonien ou terrain anthracifère de la Basse-Loire, que nous avons étudié principalement dans le département de la Loire-Inférieure et dans la partie voisine du département de Maine-et-Loire, repose dans toute cette étendue sur des schistes modifiés (3) (A), qui se présentent tantôt sous la forme d'une roche très dure, à feuillets très ondulés, tantôt sous la forme de schistes doux au toucher, tendres, très altérables à l'air, à feuillets droits et minces.

Au S.-O. d'Ancenis, une bande de quartzite (4) peu étendue, visible à Pierre-Meulière (Loire-Inférieure), sépare les schistes

(A) Les numéros entre parenthèses répondent à ceux de la coupe, p. 794.

métamorphiques des schistes argileux qui forment la base du terrain dévonien. Elle doit, sans doute, se rattacher à ce dernier terrain.

Les schistes métamorphiques (3) passent insensiblement par leur base au terrain de micaschiste (2) qui s'étend jusqu'à Nantes où il s'appuie sur la chaîne granitique de la Vendée (1).

Le dépôt dévonien de la Basse-Loire se divise (au moins dans toute sa partie occidentale) en deux zones bien distinctes. L'une au sud (4-7), dans laquelle la roche fondamentale est le schiste argileux, renfermant comme roche accessoire quelques dépôts de calcaire. L'autre au nord (8-19), dans laquelle la roche fondamentale est le grès argileux, soit compacte, soit schisteux. M. Viquesnel a donné à cette roche le nom de grauwacke, et, en effet, elle a tellement de rapports avec les échantillons de vieille grauwacke des bords du Rhin que j'ai pu voir à la Sorbonne qu'il eût été facile de confondre les fragments de roche des deux provenances. Malgré cette ressemblance, la grauwacke de la Loire appartient à un niveau bien différent. Nous l'appellerons grès argileux, pour éviter toute confusion. Au milieu de ce grès, on trouve, comme roches subordonnées, des schistes, du calcaire, des poudingues à pâte et noyaux de grès argileux, et de la houille accompagnée de grès micacé, poudingue quartzeux, pierre carrée, etc.

La ligne de séparation des deux zones passe au nord d'Ancenis et de Saint-Géréon, en se dirigeant vers le bourg de Couffé.

La zone du nord est beaucoup plus large que celle du sud. Si l'on mesure cette largeur perpendiculairement à la direction des couches, en partant des Brulis (Loire-Inférieure), point dans lequel les couches inférieures du terrain dévonien traversent la Loire, on verra que la zone du sud, ou zone schisteuse, a, à ce niveau, environ 2 kilomètres, et la zone du nord, ou zone du grès argileux, environ 7 kilomètres de large.

Les fossiles de la zone du sud (schistes et calcaires) appartenaient tous jusqu'à présent au règne animal. Je viens de découvrir dans les couches supérieures (7) des traces de végétaux.

Les fossiles de la zone du nord (si l'on en excepte ceux des calcaires qui n'offrent, comme dans la zone précédente, que des débris d'animaux) appartiennent tous jusqu'à présent au règne végétal.

Ces fossiles végétaux sont les mêmes dans la roche fondamentale, ou grès argileux (*grauwacke*, Viquesnel), et dans les roches houillères qui y sont intercalées; mais dans ces dernières couches ils sont bien plus nombreux et mieux conservés.

Zone schisteuse. — La zone du sud, ou zone schisteuse, se subdivise en trois niveaux distincts par leurs fossiles seulement, la stratification et la nature minéralogique du terrain étant les mêmes. Les deux premiers constituent l'étage inférieur et l'étage moyen du terrain dévonien.

Premier niveau. — Étage dévonien inférieur. — Les couches les plus inférieures de cette zone, celles qui reposent sur le terrain métamorphique, avec ou sans l'intermédiaire des quartzites, se composent de schistes (5), renfermant, au sud du calcaire de Liré, les fossiles du dévonien inférieur, *Pleurodyctium problematicum*, *Leptœna depressa*, etc. (Je donnerai prochainement l'énumération complète des fossiles du terrain, dans le travail détaillé dont je m'occupe en ce moment.)

Plusieurs dépôts calcaires (Bouzillé, Liré, les Brulis) placés à la suite les uns des autres, dans la direction des couches, et contenant quelques rares fossiles, principalement des polypiers, *Calamopora Goldfussi*, etc., sont situés au milieu de ces schistes inférieurs. Ces calcaires ne forment par des strates différentes des strates schisteuses; c'est un simple changement dans la nature minéralogique de la roche. Quoique la ligne de contact soit très sinueuse, on voit les couches conserver leur rectitude en passant d'une roche dans l'autre. Chaque feuillet schisteux se continue en quelque sorte par un feuillet calcaire. Cela se voit bien surtout dans le chemin qui longe au sud le calcaire de Liré.

Deuxième niveau. — Étage dévonien moyen. — En avançant vers le nord, on rencontre, dans la zone schisteuse, au fourneau de l'Écochère (6), un calcaire tantôt rose, tantôt noir, suivant les couches, et pénétré de nombreux feuillets schisteux. Dans ce point se trouvent des fossiles, entre autres le *Strigocephalus Burtini*, qui nous apprend que nous sommes dans l'étage moyen du terrain dévonien.

Troisième niveau. — La zone schisteuse présente à sa partie supérieure des schistes (7) qui renferment de nombreuses empreintes de mollusques, appartenant toutes à des bivalves lisses et signalées déjà par Dubuisson en 1830. Dans les mêmes couches que ces bivalves, j'ai rencontré des impressions végétales qui, par malheur, sont en fragments trop incomplets pour être spécifiquement déterminables. Ce fait porterait à rattacher ces couches à celles qui forment la zone du nord (dévonien supérieur), tandis que, par leur nature minéralogique, elles se lient très intimement avec les schistes du dévonien moyen. Les empreintes de coquilles qu'on y trouve sont complétement différentes de celles qu'on voit

aux autres niveaux, mais ne présentent aucune espèce caractéristique pouvant servir à indiquer à quel étage ces schistes doivent être rapportés. Quoi qu'il en soit, ce n'est qu'une question de limite; leur place relative n'est pas douteuse. Ils forment, soit la partie supérieure de l'étage moyen, soit la base de l'étage supérieur. Nous inclinons plutôt à leur assigner cette dernière place; le changement brusque que présente la faune dès la base de cette bande schisteuse (7) nous paraît en effet indiquer le commencement d'un état de choses différent.

Zone du grès argileux. — *Étage dévonien supérieur.* — L'étage dévonien moyen, soit qu'on le limite aux seules couches n° 6, soit qu'on y joigne les schistes n° 7, passe à la zone du nord ou du grès argileux, qui forme un troisième étage en stratification concordante avec les précédents, par une transition graduelle.

Cette zone du nord (8-19), en effet, commence par des bancs de grès argileux, qui alternent avec les schistes (6) et (7); ces grès deviennent de plus en plus fréquents, et finissent par constituer la masse du terrain. Ces deux formations ont donc dû se suivre immédiatement dans l'ordre chronologique. Il ne peut y avoir là de discordance par absence. Or, l'étage dont le dépôt s'est fait immédiatement après le dévonien moyen ne peut être que le dévonien supérieur.

La paléontologie confirme cette détermination, car :

1° Le dépôt calcaire de Cop-Choux, intercalé dans la zone du grès argileux, et dirigé parallèlement à ses couches, renferme des espèces caractéristiques du dévonien supérieur : *Terebratula cuboides*, *Terebratula pugnus*, etc.

2° Les fossiles du dépôt houiller sont, comme nous l'avons déjà dit, les mêmes que ceux du grès argileux (grauwacke); d'ailleurs le grès argileux (*a*) et les roches houillères (*b*) alternent au moins quatre ou cinq fois en stratification concordante; M. Viquesnel a mis ce fait hors de doute et je l'ai vérifié bien des fois. C'est même une roche de grauwacke qui termine le terrain à sa partie supérieure.

Le grès argileux et les roches houillères ne forment donc qu'un seul et même étage. Or, la flore de cet étage, principalement recueillie dans les couches avoisinant la houille, c'est-à-dire dans le point où l'on devrait avoir le plus de certitude d'être bien dans le terrain houiller, si l'on avait affaire à ce terrain, diffère notablement de la flore houillère, quoiqu'il y ait un certain nombre d'espèces communes. Je noterai particulièrement la présence de troncs qui se rapportent fort bien au *Sagenaria Wel-*

theimiana, figuré par Roemer et indiqué par lui comme caractéristique des couches inférieures au terrain houiller proprement dit; je signalerai aussi un caractère qui donne à la flore de notre terrain un faciès tout particulier : c'est que la famille des fougères y est presque exclusivement représentée par le genre *Sphenopteris*, c'est-à-dire par des plantes ayant des frondes à formes très grêles et très découpées, ce qui forme un contraste frappant avec l'abondance des *Nevropteris* et des *Pecopteris*, c'est-à-dire des plantes à frondes portant des pinnules plus larges et peu ou point découpées, dans les terrains qni appartiennent sans contestation à la période houillère.

Les schistes à *Spirifer Verneuili* paraissent manquer complétement ici.

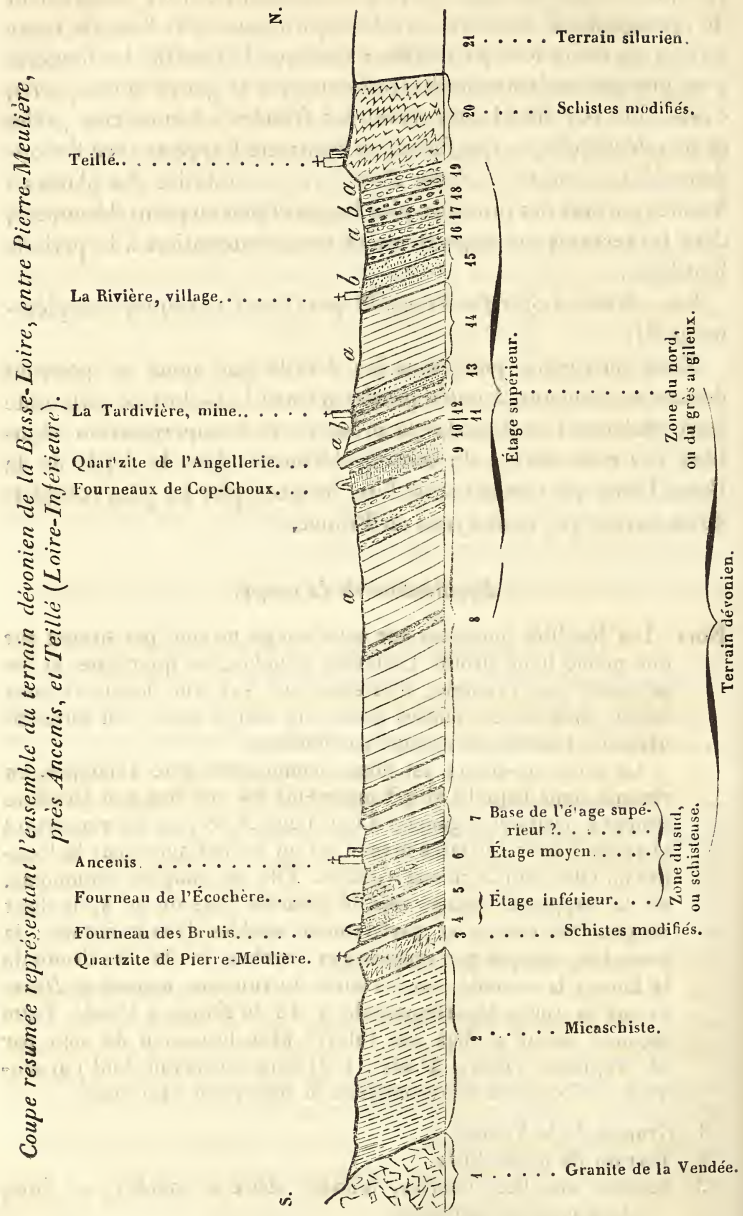
Nous renvoyons pour tous les détails que nous ne pouvons donner maintenant, à notre prochain travail. Le but de cette note était seulement de signaler la présence et la superposition régulière des trois étages du terrain dévonien dans le dépôt de la Basse-Loire qui devient ainsi l'un des exemples les plus complets de ce terrain que nous ayons en France.

Explication de la coupe.

Nota. Les localités indiquées sur cette coupe ne sont pas situées sur une même ligne droite. Certaines couches, les quartzites et les calcaires par exemple, n'existant que sur une longueur assez faible, auraient été omises dans une coupe réelle ou auraient nécessité chacune une coupe particulière.

La coupe ci-jointe est donc, comme son titre l'indique, un résumé dans lequel j'ai fait intervenir les couches peu étendues situées à droite et à gauche d'une ligne N.-S., en les rapportant chacune à leur véritable niveau, et en les indiquant par la localité où elles sont le mieux visibles. Elle se compose néanmoins, en la supposant brisée vers le premier tiers du n° 8, de deux coupes très réelles et parfaitement visibles dans la nature : la première, oblique par rapport aux couches, sur la rive droite de la Loire; la seconde, sur les bords du ruisseau nommé *le Havre* et sur la route départementale n° 15 de Nantes à Candé. Cette seconde partie a déjà été relevée avec beaucoup de soin par M. Viquesnel (*Bull.*, 2e sér., t. I) dans un travail dont j'ai souvent eu l'occasion de reconnaître la rigoureuse exactitude.

1. Granite de la Vendée.
2. Terrain de micaschiste.
3. Schistes modifiés, tendres, luisants, doux au toucher, ou durs, et en couches ondulées.
4. Quartzite de Pierre-Meulière.



Coupe résumée représentant l'ensemble du terrain dévonien de la Basse-Loire, entre Pierre-Meulière, près Ancenis, et Teillé (Loire-Inférieure).

5. Premier niveau de la zone schisteuse ou étage inférieur du terrain dévonien : *Pleurodyctium problematicum*, etc. Dans les schistes de cet étage se trouvent les dépôts de calcaire-marbre des Brulis, de Liré et de Bouzillé.
6. Deuxième niveau de la zone schisteuse ou étage dévonien moyen. Schistes argileux renfermant le dépôt de calcaire ou plutôt de calschiste de l'Écochère, avec Strigocéphale.
7. Troisième niveau de la zone schisteuse. Base du dévonien supérieur ? ; schistes argileux à empreintes de bivalves lisses et de végétaux. On peut les suivre sur la tranchée du chemin de fer, depuis la gare d'Ancenis jusqu'à la coupe de Juigné.

   Les n° 8-18 forment la zone du grès argileux ou étage supérieur du terrain dévonien.
8. Grès argileux (grauwacke), compacte ou schisteux, tantôt d'un gris verdâtre tirant sur le vert olive, tantôt d'un rouge plus ou moins lie de vin, commençant par des bancs de grès intercalés dans les schistes précédents, et renfermant des poudingues à pâte et noyaux de grauwacke. Ces poudingues paraissent plus fréquents vers la partie supérieure. Vers le milieu est un fort banc de poudingue visible près de l'embouchure du ruisseau de la Péginière, qui renferme avec les noyaux de grauwacke beaucoup de noyaux quartzeux.

   Empreintes de plantes çà et là dans toute l'épaisseur de ce n° 8, et de plus traces de schistes charbonneux dans les couches supérieures.
9. Calcaire-marbre de Cop-Choux à *Terebratula cuboides* et autres fossiles caractéristiques de l'étage dévonien supérieur.
10. Bande étroite de schistes argileux micacés.
11. Quartzite de l'Angellerie.
12. Grauwacke.
13. Bande de terrain houiller (1) sur laquelle sont situées les mines de la Richeraie, de la Tardivière et de la Bourgonnière. Schistes et grès houillers avec nombreuses empreintes de plantes. A la Richeraie, exploitation abandonnée, on a rencontré un banc de pierre carrée ; à la Bourgonnière, également abandonnée, trois bancs de schistes stéatiteux alternant avec les schistes et grès houillers ; à la Tardivière, actuellement en activité, il y a quatre veines exploitables.
14. Grès argileux (grauwacke) gris verdâtre clair, tantôt compacte, tantôt schisteux. Jusqu'à présent sans fossiles.
15. Bande de terrain houiller dans laquelle une veine a été anciennement exploitée au village de la Rivière. Grès et schistes houil-

---

(1) Nous employons le mot *houiller* pour éviter une périphrase et dans un sens purement minéralogique : schistes houillers, roches houillères, c'est-à-dire schistes, roches qui dans ce terrain accompagnent habituellement la houille ; terrain houiller, c'est-à-dire terrain dans lequel se trouve la houille.

lers, empreintes de plantes, banc d'une roche qui est probablement une pierre carrée altérée.

16. Poudingue quartzeux alternant avec des bancs de grès houiller. Il contient parfois des fragments de houille et des empreintes végétales.

17. Poudingue à ciment et galets de grauwacke alternant avec des bancs de grauwacke.

18. Alternance de poudingue quartzeux et de grès houiller, comme le n° 16.

19. Poudingue de grauwacke et bancs de grauwacke, comme au n° 17.

20. Schistes luisants, modifiés, analogues au n° 3. Leurs premiers bancs alternent avec de la grauwacke. Ces schistes sont en couches très tourmentées; leur plongement paraît cependant être à peu près vertical. Faille ?.

21. Terrain silurien. Schistes argileux et ardoises. Prolongement des couches d'Angers. Rapports avec le terrain précédent très incertains, vu la rareté des affleurements et des carrières. Les couches paraissent généralement assez rapprochées de la verticale.

a. Roches de grès argileux ou grauwacke.

b. Roches houillères.

M. Barrande signale l'intérêt véritable que présente le travail de M. Bureau, et exprime le vœu que l'auteur complète ses études sur ce sujet.

M. d'Archiac désire que M. Bureau cherche à établir les rapports qui peuvent exister entre le dévonien et le silurien.

M. le Président donne lecture de la note suivante de M. Lory :

Sur le gisement de la craie blanche dans la vallée d'Entremont (Savoie) ; par M. Ch. Lory.

J'ai visité dernièrement avec M. l'abbé Vallet, de Chambéry, la nouvelle route que l'on vient d'ouvrir, dans la gorge du Guiers-Vif, des Échelles à Saint-Pierre-d'Entremont. Cette route met à découvert dans tous ses détails une des plus belles coupes naturelles du massif de la Chartreuse. J'ai figuré cette coupe, entre autres, il y a quelques années (*Bull.*, 2e sér., t. IX, pl. I, fig. 2) et j'y reviens seulement pour signaler une erreur de détail : le lambeau de roches figuré sous le signe J^3, près du Châtelard, n'est réellement pas *corallien*, mais bien *néocomien supérieur* (N); ses couches plongent à l'ouest sous la craie C, redressée presque

verticalement; elles semblent bien, au premier abord, s'enfoncer aussi, à l'est, sous l'étage *néocomien inférieur*, *n;* mais c'est par suite de la faille (*faille de Voreppe*), qui passe, en réalité, entre ce lambeau et les couches *n*. Je saisis cette occasion pour signaler aussi dans cette même planche, fig. 5, une autre inexactitude analogue. Les couches pliées en forme de dôme à la porte de Fourvoirie, près de Saint-Laurent-du-Pont, sur le chemin de la Grande-Chartreuse, ne sont encore qu'une saillie locale des calcaires *néocomiens supérieurs*, N, sur lesquels s'appuie la mollasse *m*, redressée presque verticalement. J'ai trouvé, à quelques pas de la porte de Fourvoirie, l'*Heteraster oblongus*, d'Orb., caractéristique de cet étage. Le terrain jurassique, (J^2, calcaire *oxfordien*) sous lequel semblent s'enfoncer à l'est ces roches de Fourvoirie, ne devient visible, sur le chemin, qu'à environ 400 mètres en amont de la porte; les roches dans lesquelles la voie est taillée sur une longueur d'environ 250 mètres à partir de la porte font toutes partie de cette petite saillie locale des calcaires néocomiens supérieurs N, ployés en voûte, sur le bord de la même *faille de Voreppe*.

La nouvelle route du Guiers-Vif, entre les Échelles et Saint-Pierre-d'Entremont, met à découvert deux belles coupes de la *craie*, l'une au bas du ravin de la Ruchère, au Planey, l'autre sous le château d'Entremont. On trouve abondamment, dans les couches supérieures, le *Belemnites mucronatus*, l'*Ananchytes ovata*, etc., mais généralement mal conservés, par suite de l'état de dislocation extrême des couches de la craie dans ces localités.

De Saint-Pierre-d'Entremont je suis allé à Entremont-le-Vieux et j'ai revu, avec M. Vallet, qui l'a étudiée avec un soin extrême, cette localité classique pour la *craie blanche* des Alpes. Depuis la découverte de la *craie* dans cette vallée, faite en juillet 1845 par MM. Chamousset, Fr. Dumont et Pillet, et communiquée par M. Chamousset à la Société helvétique des sciences naturelles le mois suivant, le gisement de ce terrain et la structure géologique du bassin d'Entremont ont été l'objet de plusieurs notices très détaillées, publiées à peu près simultanément par M. l'abbé Vallet, M. Alph. Favre et moi (1). Il ne saurait rester de doute sur l'existence de la *craie blanche* dans la vallée d'Entremont, et ce fait important est confirmé par l'examen que M. Hébert a bien

(1) M. Chamousset, *Actes de la Soc. helvét. des sc. nat.*, 1845, p. 99. — M. Vallet, *Mém. de l'Acad. de Savoie*, 2e sér., t. II (1851). — M. Favre, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VIII,

voulu faire, à ma prière, des fossiles de cette localité : ce sont bien, indubitablement, le *Belemnites mucronatus*, Lam., l'*Ananchytes ovata*, id. (type de Meudon), et un *Micraster* dont tous les caractères visibles sont ceux du *M. Brongniarti*, Héb. Dans notre nouvelle exploration, nous avons recueilli, M. l'abbé Vallet et moi, plusieurs exemplaires complets de *Belemnites mucronatus* et des exemplaires entiers et nullement déformés d'*Ananchytes ovata*, dont l'identité avec ceux de Meudon est incontestable. C'est donc bien de la *craie blanche* proprement dite, de la *craie de Meudon*, dans le sens où M. Hébert a précisé cette dénomination ; et son existence est aussi certaine ici que dans les points classiques du bassin de Paris. Il n'est pas jusqu'au nom du principal hameau d'Entremont-le-Vieux, *Épernay*, qui ne doive rappeler désormais cette correspondance stratigraphique et paléontologique. Au-dessous de la *craie blanche*, on trouve la *craie marneuse*, avec *Inoceramus problematicus*, d'Orb., *I. cuneiformis*, id., et plusieurs autres espèces ; elle repose immédiatement sur le *gault*. La *craie chloritée* proprement dite (étage *cénomanien*, d'Orb.) manque ici et paraît manquer de même dans tout le massif de la Chartreuse ; elle devient distincte un peu plus au midi, entre Grenoble et le Villard-de-Lans et a un grand développement dans cette dernière localité.

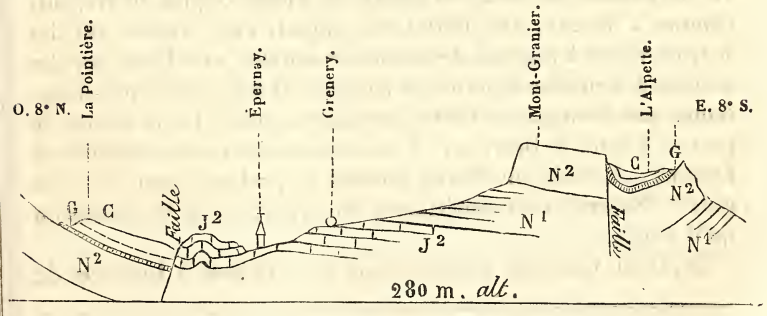
J'aurais cru inutile de revenir sur la constitution géologique de la vallée d'Entremont, déjà décrite avec tous les détails nécessaires, si cette localité n'avait été citée dernièrement par un de nos savants confrères à l'appui de ses idées sur l'opposition qu'il croit exister fréquemment entre les caractères paléontologiques et l'ordre stratigraphique des couches, dans les Alpes. D'après M. Sc. Gras (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. L, p. 754, 16 avril 1860), les couches qui renferment les fossiles de la *craie blanche*, dans la vallée d'Entremont, seraient recouvertes régulièrement par une suite d'assises contenant des fossiles de l'étage néocomien inférieur, puis des fossiles de l'étage néocomien supérieur. Sans pouvoir discuter les observations de M. Gras, dont le résumé publié ne contient que les conclusions, sans indications précises de localités, je crois pouvoir présumer que le savant ingénieur n'a pas tenu compte d'une *faille* qui suit l'axe de la vallée

---

p. 624 (1851), et *Bibl. univ. de Genève*, t. XIX, p. 265 (1852). — M. Lory, *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 2e sér., t. I, p. 195 (1850), et t. II, p. 81 et 108 (1852) ; *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. IX, p. 61 et 229 (1851-1852).

d'Entremont, et contre laquelle, depuis les Déserts jusqu'à la Frassette, viennent buter en plongeant les couches de la craie blanche de la Pointière. La coupe de ce bassin a été donnée par M. Favre (*Mém. cité*, fig. 6), à la hauteur du village d'Épernay, et par moi (*Bull.*, 2e sér., t. IX, pl. I, fig. 1), à égale distance de ce village et de Saint-Pierre-d'Entremont. Sur quelques points même, près du hameau des Courriers et aux Déserts, on voit des lambeaux de mollasse, inclinés comme la craie blanche, reposer sur celle-ci, et buter comme elle contre la faille, qui est aussi nette que possible. L'autre bord de cette faille est formé constamment par les couches supérieures du calcaire oxfordien, très bouleversées, tranchées généralement en abrupt. La nouvelle coupe que j'ai l'honneur de présenter à la Société ne diffère en rien d'essentiel de celle donnée par M. Alph. Favre ; j'ai tâché seulement de la rendre plus précise dans quelques détails et dans les proportions relatives des distances et des altitudes. Je crois pouvoir donner cette coupe comme l'expression rigoureuse des faits, tels qu'ils ont été vus et interprétés unanimement par MM. Chamousset, F. Dumont, Pillet, Vallet, Favre, de Mortillet et moi, et comme ils le seront, je n'en doute pas, par tous les géologues qui examineront attentivement cette localité si intéressante. Loin d'offrir une exception aux lois de la paléontologie, la succession des terrains crétacés de la vallée d'Entremont et de leurs fossiles caractéristiques présente, au contraire, la plus admirable concordance avec les contrées classiques de l'est et du nord de la France.

Coupe de la vallée d'Entremont-le-Vieux (Savoie), à la hauteur du village d'Épernay, de l'O. 8° N. à l'E. 8° S. ; échelle $\frac{1}{80000}$.



J², calcaire oxfordien ; N¹, étage néocomien inférieur ; N², étage néocomien supérieur ; C, gault ; C, craie (craie marneuse et craie blanche).

M. Hébert fait la communication suivante :

Note sur le travertin de Champigny et sur les couches entre lesquelles il est compris; par M. Hébert.

Le 20 juin 1831, Dufrénoy présenta à la Société géologique (1) une *Note sur la position du calcaire de Brie, et en particulier sur celui des environs de Champigny*, note dont les conclusions seules furent alors publiées. Un mémoire sur le même sujet fut plus tard inséré en entier dans le troisième volume des *Mémoires pour servir à une description géologique de la France* (2).

Dans ce mémoire, Dufrénoy cherche à établir que le calcaire de Champigny n'est qu'une manière d'être différente des meulières de Brie, et qu'il constitue une même formation supérieure à la pierre à plâtre et inférieure au grès de Fontainebleau (p. 324).

La place assignée aux meulières de Brie, contrairement aux idées alors reçues, était un progrès notable dans la géologie du bassin de Paris ; mais l'assimilation du calcaire de Champigny aux meulières de Brie était une grave erreur qui s'est introduite dans la science, sans contestation, à la faveur du service que venait rendre la correction relative aux meulières de Brie. Aussi voit-on l'opinion de Dufrénoy admise par Huot (*Traité de géologie*, t. Ier, p. 519), par M. Ch. d'Orbigny (1855, *Tabl. synopt.*, etc.), par M. le vicomte d'Archiac (*Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 556), enfin par tout le monde.

La cause de l'erreur commise par Dufrénoy est très simple. Le travertin de Champigny repose à Brie-sur-Marne sur des marnes verdâtres, et celles-ci sur des marnes et des calcaires à Lymnées. Or, le calcaire de Brie, au coteau de Plaisance près de Nogent, comme à Pantin, aux buttes Chaumont, etc., repose sur les marnes vertes à rognons de strontiane sulfatée, et celles-ci sur des marnes à Lymnées supérieures au gypse et signalées depuis longtemps par Brongniart. Cette succession a paru être la même de part et d'autre à Dufrénoy. Il a considéré les marnes calcaires à Lymnées de Brie-sur-Marne comme le prolongement de celles qui, à Nogent, sont supérieures au gypse; de là la conclusion qu'il a tirée.

Or, il est facile de s'assurer que les calcaires à Lymnées de

(1) *Bull.*, t. I, p. 222, 1831.
(2) P. 321, 1836.

Brie-sur-Marne ne sont autres que le calcaire de Saint-Ouen avec lequel, par les caractères minéralogiques comme par la faune, ils n'offrent pas la moindre différence. L'abondance des *Lymnæa longiscata*, *Paludina pusilla*, *Planorbis rotundatus*, *P. planulatus*, et surtout le *Cyclostoma mumia* qui jusqu'ici n'a jamais été trouvé au-dessus du gypse, aussi bien que les caractères minéralogiques tout à fait particuliers à cette assise, ne permettent pas de la méconnaître.

D'autre part, les marnes à Lymnées supérieures au gypse et inférieures aux marnes vertes renferment les *Lymnæa strigosa*, Brong., *Planorbis lens*, Brong., deux espèces bien voisines des *Lymnæa longiscata* et *Planorbis planulatus*. Il y a aussi la *Paludina pusilla*, autant du moins qu'on peut le reconnaître sur des échantillons toujours mal conservés, mais point de *Cyclostoma mumia*, et à sa place le *Cyclostoma truncatum*, Brard. (1) (*C. plicata*, d'Arch. et de Vern., *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. II, p. 336, 1845), qui se retrouve au-dessus dans les *marnes à Cyrènes*. En outre, on rencontre à Brie la même espèce de *Chara* (2) que dans le calcaire de Saint-Ouen, et surtout la même abondance d'empreintes de tiges de ce végétal. D'ailleurs, c'est aussi la même nature calcaréo-siliceuse, tandis que les couches à Lymnées supérieures au gypse sont essentiellement marneuses.

On trouve aussi, au-dessus des marnes vertes à rognons strontianifères, et par conséquent dans le calcaire de Brie, des Lymnées et des Planorbes.

M. Deshayes a reconnu dans les échantillons que j'ai recueillis dans cette assise :

Planorbis subangulatus, Desh. Pantin, Belleville.

Planorbis Prevostinus, Desh. Juvisy.

Planorbis cornu, Brong. Château-Landon (calcaire inférieur).

Lymnæa obtusa, Brard Pantin, Belleville.

Lymnæa cornea, Brong. Château-Landon (calcaire inférieur).

Or, les quatre dernières espèces étaient jusqu'ici considérées comme caractéristiques de la meulière supérieure et du calcaire de Beauce.

---

(1) *Journal de physique*, 1811, t. LXXII, p. 453, pl. II, fig. 9 à 11, cité par Brongniart (*Tableau des terrains qui composent, etc.*, p. 378, 1829), de Paris et de Carnetin. Les échantillons de cette dernière localité sont dans sa collection, à la Sorbonne.

(2) Celle qu'on peut recueillir aux docks présente des crêtes saillantes, comme le *Ch. medicaginula*, mais elle est moins sphérique, elle a la forme de *Ch. Lemaui*, Ad. Br.

Ni l'une ni l'autre de ces deux assises de marnes à Lymnées qui enveloppent les marnes vertes, ne sauraient donc être confondues avec les calcaires siliceux à *Lymnæa longiscata* et *Cyclostoma mumia* de Brie-sur-Marne, qui appartiennent bien au calcaire de Saint-Ouen. Cependant ce calcaire de Brie-sur-Marne a été jusqu'ici (1) placé au niveau du *calcaire de Brie*, par-dessus les marnes vertes à rognons strontianifères (2).

Ces calcaires sont exploités en ce moment; on pourra donc aisément s'assurer de la vérité de mes assertions pour ce qui précède et pour ce qui va suivre.

Les preuves d'ailleurs sont surabondantes, et je n'aurais pas cru devoir établir par voie de publicité ce que j'enseigne depuis dix ans (3), si je n'avais appris que plusieurs géologues, que je tiens à convaincre, persistent à se ranger à l'opinion de Dufrénoy et à considérer la mienne comme erronée. J'aurais préféré que la vérité s'etablît d'elle-même et par la simple constatation des faits de la part des parties intéressées, mais je n'ai pas eu le choix. Je vais donc prouver que le travertin de Champigny est compris entre les

---

(1) Ch. d'Orbigny, *Tableau synoptique*, etc., 1855, n° 27. — Lors de la communication de Dufrénoy en 1831, M. Boubée avait soutenu avec raison qu'on ne pouvait confondre, à aucun point de vue, les calcaires à Lymnées inférieurs au gypse avec ceux qui lui sont supérieurs (*Bull.*, t. I, p. 225).

(2) Je ferai, en passant, remarquer combien, sous le rapport de la faune, le *calcaire de Brie* s'éloigne du *calcaire de Saint-Ouen*, et même des marnes à Lymnées supérieures au gypse dont il n'est séparé que par les marnes vertes, épaisses de 4 à 6 mètres. Il y a là pour les animaux lacustres un changement brusque, quoique non absolu, qui vient prêter un nouvel appui à la limite que j'ai fixée, en me basant sur les faunes marines et sur des raisons de stratigraphie générale, pour la séparation de l'éocène et du miocène, entre ces marnes à Lymnées supérieures au gypse et les marnes à Cyrènes (*Bull. Soc. de stat. de l'Isère*, vol. III, 2e sér., 1857, *Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur*, p. 2). Le *calcaire de Brie* présente au contraire, avec la faune des meulières supérieures, de telles affinités, sans parler des caractères minéralogiques si semblables; tous deux alternent si bien, l'un avec les premiers sédiments marins des sables de Fontainebleau, l'autre avec les derniers, qu'il est impossible de ne pas les considérer comme dépendant d'un même étage, le *miocène inférieur*. Jusqu'ici on l'a considéré à tort comme une sorte de continuation du calcaire de Saint-Ouen.

(3) De là vient que les marnes à *Pholadomya ludensis* ont été signalées récemment et pour la première fois à Brie-sur-Marne (*Bull.*, 2e série, t. XVII, *antè*, p. 600).

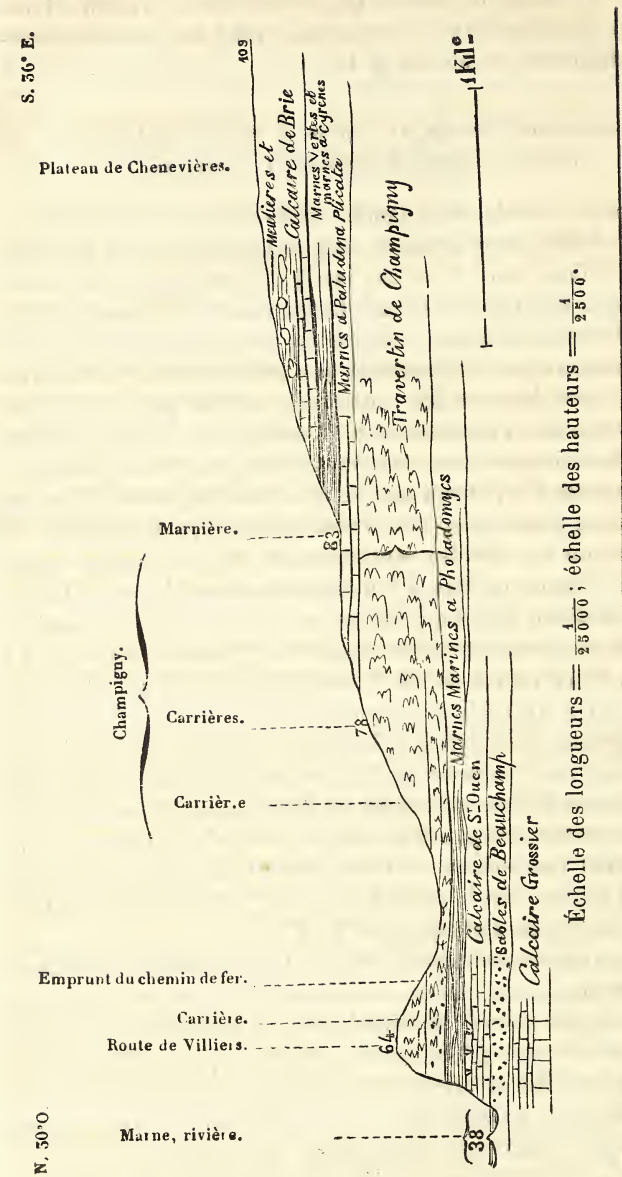
marnes à *Pholadomya ludensis* qui recouvrent à Brie-sur-Marne le calcaire de Saint-Ouen et les marnes vertes à rognons strontianifères inférieures au calcaire de Brie.

I. *Le travertin de Champigny repose à Brie-sur-Marne sur les marnes marines à* Pholadomya ludensis.

Si l'on part de la rive gauche de la Marne, en face de l'île orientale où était situé le moulin aujourd'hui détruit de Brie-sur-Marne et qu'on monte le coteau au S.-E., on aura la succession suivante que l'on peut suivre sur le diagramme ci-joint (p. 804) :

1° La base de ce coteau a en ce point une altitude de 38 mètres. Il est recouvert par la végétation sur une hauteur de 6 mètres environ; puis des tranchés ouvertes pour de petites carrières montrent, sur une épaisseur de 2 à 3 mètres, le calcaire de Saint-Ouen reconnaissable à ses empreintes de tiges et de graines de *Chara*, et surtout à l'abondance des *Lymnæa longicasta*, *Planorbis rotundatus* et *planulatus*, *Cyclostoma mumia*, qui forment un lit particulier où ces fossiles sont toujours en très grande quantité. Ce lit est en ce lieu à 1 mètre au-dessous de la surface du calcaire de Saint-Ouen qui atteint ainsi une altitude d'environ 47 mètres. En donnant à cette assise une épaisseur totale de 8 à 9 mètres, à peu près ce qu'elle a dans la tranchée des docks, entre le lit marin à Avicules et la marne à Pholadomyes, il resterait, entre le niveau de la rivière et la partie inférieure du calcaire de Saint-Ouen, une épaisseur de 2 à 3 mètres qui doit correspondre à la partie supérieure des sables de Beauchamp et aux calcaires qui le recouvrent, jusques et y compris le calcaire à Avicules; puis à une faible profondeur se rencontrerait le calcaire grossier, exploité à moins d'un kilomètre au S.-O., à 38 mètres d'altitude environ. Les couches plongent au N.-E.

2° La surface du calcaire de Saint-Ouen se détache nettement des assises marneuses qui la recouvrent. Elle présente des fentes irrégulières, des traces de dénudation, et est enduite d'incrustations calcaires qui pénètrent dans les fentes, et semblent avoir découlé des marnes supérieures à l'époque de leur dépôt, quoique ces inscrustations puissent être, à la rigueur, considérées comme beaucoup plus modernes. Néanmoins, le durcissement des calcaires de Saint-Ouen au contact des marnes sous-jacentes, et la manière brusque dont ils se terminent, annoncent une lacune à laquelle peuvent correspondre quelques petites couches de la tranchée des docks ou d'autres localités.



N. B. Dans ce diagramme, au lieu de marnes à *Paludina plicata*, il faut lire marnes à *Cyclostoma truncatum*.

3° Au-dessus des marnes de Saint-Ouen vient une série de lits d'argiles, de sable, etc., dans laquelle je n'ai pas trouvé de fossiles.

a.	Argile brune feuilletée.	0,20
b.	Marne argileuse verdâtre avec calcaire concrétionné en bas.	0,60
c.	Sable argileux ou argile sableuse.	0,40
d.	Sable gris.	0,06
e.	Cordon de calcaire concrétionné blanc jaunâtre.	0,06
f.	Marne grise.	0,15
g.	Sable gris verdâtre, quelquefois agglutiné en grès.	0,10
	Total. . . .	1,57

4° Marne calcaire blanche, avec calcaire concrétionné tacheté de jaune, semblable au lit *e*, mais contenant de nombreux fossiles marins (Natices, Turritelles, Cérites, etc.). $0^m,20$

5° Marne blanche calcaire, feuilletée en bas, compacte en haut, avec un lit mince d'argile verte feuilletée au milieu. $0^m,53$

6° Marne jaune verdâtre, avec un lit de nodules de calcaire concrétionné et cristallin au milieu, remplie de fossiles marins Cardites, Psammobies, Pholadomyes, Corbules, Turritelles, Natices, Cérites. $1^m,20$

7° Marne grise, mouchetée de jaune, assez semblable d'ailleurs à la précédente, mais plus sèche, moins argileuse et sans fossiles. $1^m,50$

8° Partie recouverte par la végétation jusqu'au sommet du coteau dont l'altitude, au point de bifurcation des routes de Brie, de Villiers et de Champigny, est de 62 mètres. Environ 10 mètres.

A 100 mètres de ce point, sur la route de Villiers-sur-Marne et à 64 mètres d'altitude environ, on exploite sur le territoire de Champigny, sur une épaisseur de $2^m,50$, un travertin identique avec celui de Champigny, que l'on peut voir d'ailleurs à peu près au même niveau dans plusieurs des carrières qui sont au nord de Champigny.

A cent pas au sud de cette carrière, près du pont que le chemin de fer de Mulhouse a jeté sur la route de Champigny, se trouve un emprunt qui comble précisément la lacune de la coupe précédente.

La partie supérieure est environ à 57 mètres d'altitude, et se compose d'une couche de calcaire concrétionné en plaquettes épaisse de 2 mètres, qui forme évidemment la base du travertin de Champigny, lequel aurait ainsi en ce point une épaisseur de 9 mètres.

Au-dessous, on voit la succession suivante de haut en bas :

1° Argile gris jaunâtre avec concrétions calcaires. 0,60
2° Lit très régulier d'argile verte 0,05
3° Marne blanche mouchetée, divisée en deux par un lit mince d'argile brune. 1,20
4° Lits minces d'argile jaune et verte, de calcaire concrétionné et de marne grise avec nodules friables de carbonate de chaux cristallisé à la base, de 0,80 à 1,30
5° Argile verte feuilletée avec nodules friables de carbonate de chaux cristallisé, à la base. 0,30
6° Marne grise avec plusieurs lits de calcaire concrétionné et cristallisé, en blocs isolés, irréguliers, souvent cloisonnés, 1,50 à 2,80
7° Marne et argile verte à *Cardites*, et autres fossiles marins (n° 6 de la coupe précédente), formant la base de cette tranchée. 0,20

Dans la coupe précédente, la partie supérieure de la marne marine (n° 6) était à une altitude d'environ 50 mètres. Dans celle-ci, elle se trouve à une altitude presque identique ; ce qui est tout naturel, vu le voisinage de ces deux coupes.

Il résulte de là qu'on peut et qu'on doit distinguer entre le calcaire siliceux de Saint-Ouen, qui affleure sur le bord de la Marne et celui de Champigny, une série de marnes très variées, avec lits de calcaires concrétionnés ou cristallisés, et quelques minces couches de sables, série dont l'épaisseur totale est de $9^m,75$, soit d'environ 10 mètres.

La nature des argiles et des calcaires que renferme cette série, les petits lits de sables qui y sont intercalés, tendent à la faire considérer comme un seul et même système au point de vue minéralogique, comme le résultat d'actions sédimentaires très variées, mais tout à fait distinctes de celles qui ont donné naissance aux deux masses calcaires entre lesquelles elle est enclavée. Son caractère le plus remarquable, c'est d'offrir la preuve que la mer a contribué pour sa part, mais pendant une durée très courte, dans la production des couches qui la composent.

Ces marnes marines renferment exactement les mêmes espèces que celles de la partie supérieure de la tranchée des docks, de la Chapelle, etc.; elles correspondent aussi au calcaire marin de Ludes et de Verzenay, près Reims. J'ajouterai qu'il y a douze ou quinze ans, dans une excursion dirigée par M. Élie de Beaumont, elles ont été constatées dans les tranchées de la redoute de la Gravelle, au-dessus de Joinville-le-Pont, et là, comme partout, repo-

sant sur le calcaire de Saint-Ouen. J'en ai déposé alors des échantillons dans la collection de l'École normale.

Quand on compare la coupe que nous venons de détailler avec celle de l'avenue de l'Impératrice publiée par M. Michelot (1), celle de l'embarcadère du chemin de fer de Strasbourg donnée par M. Ch. d'Orbigny (2), et aussi avec celle des docks que tout le monde connaît, on est frappé de leur parfait accord.

En partant du banc de calcaire siliceux rempli de *Lymnæa longiscata* et de *Planorbis rotundatus*, repère facile, on a en effet :

1° Marne calcaire ou calcaire compacte, formant, pour moi, la partie supérieure du calcaire de Saint-Ouen, épaisse d'environ un mètre à Brie-sur-Marne comme à l'avenue de l'Impératrice, de $1^m,70$ à l'embarcadère de Strasbourg (nos 50, 49, 48 de la coupe de M. d'Orbigny), et de $2^m,50$ aux docks.

2° Marnes diverses, en général sableuses : $0^m,62$ à l'avenue de l'Impératrice, $1^m,15$ aux docks, $1^m,57$ à Brie-sur-Marne, $0^m,85$ à l'embarcadère (nos 47 à 44).

3° Calcaire à Cérites : $0^m,15$ à l'avenue de l'Impératrice ; de $0^m,05$ à $0^m,25$ aux docks (3) ; $0^m,20$ à Brie ; $0^m,10$, mais à l'état de grès, à l'embarcadère (n° 43).

4° Marnes diverses ou sables : $2^m,50$ à l'embarcadère (nos 42 à 36) ; $1^m,35$ aux docks ; $0^m,53$ à Brie-sur-Marne.

5° Marnes vertes à *Pholadomya ludensis :* $1^m,20$ à Brie ; $0^m,30$ aux docks ; $0^m,20$ à l'embarcadère (n° 35).

6° Série de marnes variées avec lits de rognons géodiques de calcaire cristallin ou concrétionné, et quelques assises sableuses : environ 6 mètres à l'embarcadère de l'Est (nos 34 à 11) aussi bien qu'à Brie-sur-Marne.

Il est donc bien évident que cette série, épaisse d'environ 10 mètres, est bien exactement composée des mêmes éléments à Brie-sur-Marne que sous la masse gypseuse de la butte Montmartre, et qu'elle présente deux lits marins identiques : l'un ordinairement calcaire où abondent les Cérites, et l'autre argileux, un peu plus haut, où se trouvent les Pholadomyes.

Au-dessus de cette série, on arrive d'une part dans l'embarcadère du chemin de fer de Strasbourg, au premier banc de gypse,

---

(1) *Bull. Soc. géol de France*, t. XII, p. 1314, 1855.
(2) *Id.*, *ib.*, p. 1309.
(3) Cette couche atteindrait même $0^m,80$, d'après Ch. d'Orbigny. Tableau de 1855.

et de l'autre, à Brie-sur-Marne, aux premières couches du travertin de Champigny.

C'est donc en ce point précis que la composition du sol parisien présente, à de si courtes distances, le contraste le plus singulier. Il ne sera donc pas inutile d'insister un peu plus encore sur la succession ascendante des couches. Comme l'a justement fait remarquer M. Ch. d'Orbigny, les assises qui séparent la tranchée des docks du système du gypse, tel que A. Brongniart l'a si admirablement décrit, sont ce qu'il y a de moins connu dans le terrain des environs de Paris. J'ajoute que cela donne beaucoup de prix à la coupe de l'embarcadère du chemin de fer de Strasbourg. Mais quand on compare la partie supérieure de cette coupe, à partir du n° 10, avec celle de la Hutte aux Gardes donnée par MM. Constant Prévost et Desmarest (*Journal des mines*, vol. XXV, p. 215, fig. 1), et reproduite par Al. Brongniart (*Oss. foss.*, t. II 3e édit., p. 469), on acquiert la conviction que l'on a affaire aux mêmes assises, c'est-à-dire à la partie inférieure de la basse masse.

On en jugera par la comparaison suivante :

Ch. d'Orbigny.			A. Brongniart, p. 469 à 471.	
	Numéros.	Épaiss. m.	Numéros.	Épaisseur. m.
Gypse.	10.	1,00	30 et 29. . . .	0,75
Marne.	9 et 8.	0,20	28.	0,08
Calcaire et gypse avec Cérites.	7.	0,30	27 et 26. . . .	0,34
Calcaire dur, avec Cérites. . .	6.	0,20	25.	0,16
Marne feuilletée et gypse. . .	5.	0,20	24 et 23. . . .	0,22
Calcaire.	4.	0,30	22 et 21 (marne calc. et gypse).	0,46
Marne feuilletée.	3.	0,10	20.	0,05
Marne à retraits et gypse. . .	2.	2,00	19, 18, 17, 16.	1,90 (1)
Gypse.	1.	2,00	15, 14, 13, 12.	2,06

Il y a donc une bien grande probabilité, s'il n'y a pas certitude absolue, pour que la coupe de M. Ch. d'Orbigny soit la continua-

(1) C'est ce lit remarquable par ses retraits géodiques et prismatiques qui, d'après MM. C. Prévost et Desmarest, serait le gisement de nombreuses coquilles marines qu'ils ont signalés. Il est curieux que ce banc, par ses fossiles aussi bien que par la nature minéralogique de la marne qui les renferme, soit complétement identique avec la couche a *Pholadomya ludensis* des docks. M. d'Orbigny ne signale pas de fossiles dans cette couche ; mais elle était superficielle, et par suite altérée.

tion directe et sans lacune de la coupe de Brongniart, en sorte que nous pouvons conclure que le système des marnes avec lits marins, qui supporte directement le travertin de Champigny à Brie-sur-Marne, est bien le même que celui sur lequel repose le système du gypse tel qu'il a été décrit par Brongniart.

II. *Le travertin de Champigny est inférieur aux marnes à* Cyrena convexa (*Brong.*, *sp.*), *et aux marnes vertes à rognons strontianifères.*

Revenons actuellement à la carrière mentionnée ci-dessus pp. 804 et 805 au point de croisement des routes de Brie, de Villiers et de Champigny. Nous avons vu que le travertin qu'on y exploite avait sa base à une altitude d'environ 55 mètres; on le retrouve dans de nombreuses carrières, depuis ce niveau jusque derrière les maisons de Champigny au N., à une altitude d'environ 80 mètres.

Une marnière aujourd'hui abandonnée, située à l'est de Champigny, au point où le chemin de Cœuilly croise la vieille route de Champigny, point dont la base est à peu près à 81 ou 82 mètres d'altitude, va nous faire connaître la série des couches qui recouvrent le travertin.

En voici le détail, tel que je l'ai relevé en 1852, alors que cette marnière était en exploitation, et tel qu'on peut encore aujourd'hui le vérifier sans beaucoup de peine.

1°	A la base, marne calcaire verdâtre et jaunâtre, exploitée autrefois comme chaux hydraulique naturelle, avec rognons de calcaire siliceux compacte, remplis de *Cyclostoma truncatum* (d'Arch. et de Vern., sp.), et contenant aussi des *Lymnées*.	0,40
2°	Lit de silex rubané avec *Cyclostoma truncatum*.	0,05
3°	Marne calcaire grise avec le même fossile et des empreintes végétales.	0,30
4°	Marne calcaire blanchâtre, moins argileuse que les précédentes, avec petites tubulures.	0,80
5°	Marne calcaire blanche, sèche, criblée de petites cavités . .	1,50
6°	Marne jaune feuilletée avec vertèbres de poissons	1,20
7°	Marnes vertes à rognons de strontiane, visibles seulement sur mais s'élevant plus haut.	1,50
	Total. . . .	5,75

La partie supérieure de cette coupe nous met à 87 mètres d'altitude environ.

En montant sur le plateau, on rencontre, lorsqu'on fait des fouilles, des assises peu épaisses de calcaire d'eau douce, puis les meulières de Brie qui étaient exploitées en 1852 sur la route de Rozoy, à 2 kilometres de Champigny, et qui le sont aujourd'hui sur le même plateau, de 105 à 109 mètres d'altitude, en beaucoup de points, notamment près de la ferme des Bordes.

De cette coupe, il résulte qu'au-dessus du travertin de Champigny, il y a :

1° Marne calcaire à *Cyclostoma truncatum*, au moins. . $3^m,00$

2° Marne jaune feuilletée, à débris de poissons . . . . $1^m,20$

3° Marnes vertes à rognons de strontiane ; épaisseur probable. . . . . $4^m,00$

4° Calcaire de Brie, meulières et argiles. . . . . 15 à $20^m,00$

Le travertin de Champigny, loin d'être une manière d'être particulière du calcaire de Brie, comme le voulait Dufrénoy, en est donc séparé par les marnes vertes à rognons strontianifères et les *marnes à Cythérées* (marnes à *Cyrena convexa*). Les marnes calcaires à *Cyclostoma truncatum* correspondent aux marnes calcaires à Lymnées supérieures au gypse de Pantin, dans lesquelles ce fossile se rencontre, aussi bien que dans les marnes à Cyrènes.

J'engage ceux qui auraient quelque doute à visiter un troisième point qui servira à relier la coupe de Pantin avec celle de Champigny de la manière la plus intime.

Le village de Fresnes est assis sur les marnes marines à *Ostrea cyathula* et *longirostris* qui ont là plus de 4 mètres d'épaisseur, et présentent des bancs assez puissants de calcaire friable remplis de coquilles marines. En dessous vient un calcaire d'eau douce qui représente le calcaire de Brie, ici fort atténué et à peu près dépourvu de meulières, puis en continuant à descendre viennent les couches suivantes ouvertes dans des marnières au S.-O. du village :

1° Marnes vertes avec plusieurs lits de rognons de calcaire strontianifère. . . . . 4 m.

2° Marnes jaunes verdâtres feuilletées, avec nombreux fossiles, *Cyrena convexa*, *Psammobia plana*, *Cyclostoma truncatum*, *Cerithium plicatum*, *Cypris*, débris de poissons, et lits minces de gypse cristallisé. 1

3° Alternance de marne verdâtre et de marne blanche. . . . 2

4° Marne calcaire blanche, quelquefois verdâtre, avec Lymnées et *Cyclostoma truncatum*, jaunâtre au milieu. . . . 6

5° Gypse.

Cette coupe représente donc exactement la série des marnes

comprises à Pantin entre le gypse et le calcaire de Brie, aussi bien que celle des marnes supérieures au travertin de Champigny.

Il faut donc, de tout ce qui précède, tirer nécessairement la conclusion que *le travertin de Champigny est, comme le gypse, compris entre les marnes marines à* Pholadomya ludensis, *et les marnes d'eau douce à Lymnées qui recouvrent le gypse et le séparent des marnes à* Cyrena convexa.

Il serait difficile de ne pas admettre le synchronisme du gypse et du travertin de Champigny qui se trouvent ainsi enclavés entre des dépôts identiques et sensiblement horizontaux dans la direction du S.-E. ou N.-O. En effet, de chaque côté des collines gypseuses qui séparent la vallée de la Marne de la plaine Saint-Denis, on rencontre le calcaire de Saint-Ouen à 45 ou 50 mètres d'altitude, recouvert par les marnes à Pholadomyes, et les marnes vertes à rognons de strontiane sont à 90 mètres d'un côté (à Champigny) et à 95 mètres de l'autre (à Pantin).

Tandis que les dépôts gypseux s'accumulaient au N.-O., les sources thermales dont on croit voir encore les cheminées dans certaines carrières de Champigny, ces sources, saturées de carbonate de chaux, et par intermittence de silice, élevaient ces monceaux de travertin dont le contact avec la série gypseuse correspond justement à la vallée de la Marne et a été presque complétement enlevé, sauf peut-être sous l'extrémité méridionale de la butte de Nogent-sur-Marne.

On voit que les idées théoriques de C. Prévost, si combattues, et, il est vrai de le dire, si souvent attaquables dans le détail des applications quoique basées sur un profond sentiment des lois naturelles, se trouvent avoir ici une éclatante confirmation.

Mais si à Champigny le gypse tout entier a été remplacé par du travertin, il a pu et il a dû ne plus en être de même dans d'autres localités. Selon les lieux, ce sera tantôt la partie inférieure, tantôt la partie supérieure du gypse qui manquera. C'est ainsi que dans un sondage fait à Crosne, donné par M. de Sénarmont (*Géol. du départ. de Seine-et-Oise*, p. 256), on a rencontré sous des assises gypseuses 18 mètres de marnes et de calcaires siliceux, puis $1^m,90$ de marnes vertes avec coquilles marines, puis enfin $7^m,15$ de calcaire siliceux. Il est bien probable que le calcaire siliceux supérieur est le travertin de Champigny qui affleure, près de là, à la station de Mongeron, que les marnes marines sont les marnes à *Pholadomya ludensis*, et que le calcaire siliceux inférieur est celui de Saint-Ouen.

De ce côté, la Seine semble limiter à l'O., comme la Marne le

fait au N., le travertin de Champigny ; mais il doit s'étendre au S.-E., et constituer une bonne partie, sinon la presque totalité, des calcaires de la Brie inférieurs aux marnes vertes et peu fossilifères.

Je ne serais pas surpris que les calcaires de Provins où M. Nodot a découvert un grand Lophiodon dont j'ai recueilli (1) à Sézanne, en 1854, des débris remarquables que j'ai déposés à la collection de l'École normale, ne fussent du travertin de Champigny. Si cela était, ce grand pachyderme, que je crois être le *Lophiodon lautricense*, appartiendrait à l'époque du gypse, comme dans le Midi de la France où il se rencontre avec les Paleotherium et les Anoplotherium de Montmartre; mais c'est une question qui reste à résoudre.

M. Ém. Goubert fait la communication suivante :

Schistes à Lucines dans le gypse d'Argenteuil (*Seine-et-Oise*); par M. Émile Goubert.

Des observations nouvelles me permettent d'ajouter un fait curieux à la note que j'ai lue dans la dernière séance au sujet d'empreintes de Cérithes trouvées à la carrière Pintendre de Pantin (Seine), dans des marnes blanches que les ouvriers venaient d'extraire du niveau à cristaux en fer de lance, entre la seconde et la première masse de gypse.

J'ai depuis lors observé en place, sur un horizon bien inférieur, vers la base des plâtrières d'Argenteuil, un cordon régulier et suivi de marnes jaunâtres, feuilletées, que recouvrent de *très nombreuses* empreintes de coquilles marines (2).

L'intéressant petit lit dont je parle est situé, comme pourront le constater ceux de nos confrères qui voudraient bien m'accompagner jusqu'au gisement, vers la base de la seconde masse. Voici d'ailleurs la coupe, de bas en haut, de la plâtrière de M. Émile Collas, au hameau Mazagran, à mi chemin sur la route d'Argenteuil à Sannois, et à gauche, c'est-à dire à la pointe de la butte allongée dite de Sannois. Notre banc marin y est moins facilement

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XII, p. 439, 1855.

(2) J'ai su indirectement, peu de jours après, qu'à la dernière excursion de M. Élie de Beaumont, un des élèves de l'École de mines avait ramassé, non en place, un morceau de ces marnes à empreintes marines, dont au reste il ne se serait pas autrement préoccupé.

exploitable que dans les plâtrières situées vis-à-vis, au revers occidental de la butte isolée dite d'Orgemont, surtout que dans les plâtrières de M. Bas et de M. Chevalier; mais on pourra l'y trouver facilement, parce qu'il y paraît plus fossilifère, et qu'il se trouve au niveau le plus bas de la carrière, entre deux gros bancs de gypse, près d'un hangar voisin du four abandonné.

1. Gypse en petits cristaux fer de lance, rouges, agglutinés confusément autour d'un point. (Ces sortes de cristaux sont appelés *grignards* ou *pieds d'alouette* par les carriers.) Ce gypse, comme le lit ci-dessous n° 2, n'est mis à jour qu'en un point, chez M. E. Collas. Chez M. Bas, on l'exploite, et l'on exploite même des bancs inférieurs, comme le montre la coupe ci-après. 0,05
2. Gypse saccharoïde exploité 0,50
3. *Schistes à coquilles marines.* — Marnes blanchâtres quand elles sont sèches, jaune rougeâtre quand elles sont mouillées, séparant les bancs de gypse 2 et 5. A leur base, l'on a $0^m,05$ de marnes assez compactes, sans fossiles, marquées, dans leur section verticale, de lignes jaunes, grises, ou blanches; ces marnes peuvent être fendues, dans le sens de la stratification, non en feuillets plans, mais en surfaces un peu conchoïdes, que parcourent des veines ou bandes irrégulières et sinueuses, diversement colorées. Au-dessus, viennent $0^m,02$ de marnes pénétrées, dans leur coupe horizontale, d'anneaux ronds ou d'ellipses très régulièrement conformées, sortes d'orbicules, rouges dans leurs zones extérieures, plus claires vers le centre, où l'on remarque un ou deux points blancs ou couleur de rouille. Ces points centraux sont la section de petits canaux droits, creux ou pleins, à parois rouges, se prolongeant dessous de $0^m,01$ à $0^m,03$, de même que les vaisseaux d'une tige qui, dans une coupe horizontale, semblent des cercles plus ou moins parfaits. Enfin, au contact du gypse n° 4, les marnes sont très rouges et parsemées de points crayeux blancs; c'est immédiatement sous ce cordon ferrugineux qu'on trouve, quatre, cinq et dix feuillets à coquilles marines. Un feuillet est couvert de nombreuses empreintes, dont plusieurs sont très fraîches, et, sur le suivant, on a les moules qui leur correspondent. . . . . t . 0,15
4. Gypse *pieds d'alouette*, confusément cristallisé, rouge, formant la base du n° 5 0,20
5. Gypse saccharoïde 0,60
6. Marnes calcaires, compactes, vertes, se cassant d'elles-mêmes à l'air en nombreux fragments conchoïdaux, couverts de dessins superficiels, rouges, irréguliers. Ces marnes sont vraisemblablement trop minces pour repré-

senter les marnes interposées entre la seconde et la troisième masse, dans les carrières typiques de Pantin. . . 0,50

7. Bancs principaux de la seconde masse du gypse. Gypse saccharoïde avec nombreux cordons, presque de $0^m,10$ en $0^m,10$, de marne criblée souvent de cristaux de gypse rouges *pieds d'alouette*. Ce gypse prend un peu, dans le haut, l'aspect de colonnes pseudo-prismatiques qui est plus fréquemment propres à l'un des bancs de la haute masse, et qui est dû, dans celui-ci comme dans celui-là, à un retrait perpendiculaire à la stratification. 8,00

8. Marne compacte, solide, noircissant à l'air par l'abondance des dendrites, et présentant de nombreux et grands retraits orbiculaires. Deux niveaux de nombreux petits rognons isolés de silex ménilite, gris, non bleuâtre, comme ceux des puits à plâtre de Villejuif. Nombreuses petites taches rougeâtres ça et là, qui sont comme autant de petites lentilles de gypse cristallisé. 1,00

9. Marne blanchâtre. 0,05

10. Gypse marneux. 0,06

11. Argile marneuse, dans l'ensemble verdâtre, marbrée du reste et smectique. 0,30

12. Gypse argileux brun. 0,25

13. Marne blanche, compacte, avec petits cristaux de gypse. C'est pour nous le niveau des fers de lance de Pantin et Romainville, des silex gypsifères (*fusils* des ouvriers) de ces mêmes gisements; enfin des cristaux opaques de sulfate de chaux, dits albâtre gypseux de Lagny (Seine-et-Oise), à cause de leur ressemblance avec l'albâtre calcaire ou antique 2,00

14. Première masse de gypse ou haute masse. 20,00

et toute la série des marnes supérieures au gypse, puis les marnes à *Cyrena convexa*, et les marnes vertes à rognons de strontiane sulfatée.

Pour compléter cette coupe, voici, grossièrement, la série descendante des bancs que surmonte notre lit marin, dans la plâtrière de M. Bas :

6. Gypse saccharoïde exploité (n° 2 de la coupe ci-dessus). . . 0,65

5. Gypse pieds d'alouettes (n° 1 de ladite coupe). 0,10

4. Gypse à cristaux plus confus encore, forte de conglomérat. . 0,15

3. Gypse marneux, séparé par des lits de marnes assez feuilletées. 2,00

2. Marnes gypseuses, fétides à la percussion, à cassure conchoïde. Elles paraissent représenter les marnes qui, dans la carrière classique de Pantin, séparent la seconde de la troisième masse, et renferment du gypse fibro-soyeux. On sait, au reste, que, si la première masse se distingue bien de

la seconde, par l'interposition de marnes épaisses qui renferment toujours un ou deux minéraux spéciaux à ce niveau, la base de la seconde masse n'est pas aussi facile à préciser partout. On sait également que le gypse de Paris n'est séparé en trois masses que conventionnellement, et que ces masses sont intimement liées dans la nature. . . 2,00

1. Gypse exploitable, fétide à la percussion (troisième masse de Brongniart et Cuvier, troisième et quatrième masse de M. Ch. d'Orbigny). 4,00

Nous venons ainsi de fixer la place du banc marin des plâtrières d'Argenteuil. Actuellement, quels fossiles paraît contenir ce banc ?

M. Deshayes, qui a bien voulu examiner avec soin quelques-unes de nos plaquettes couvertes d'empreintes, y a reconnu deux espèces.

L'une, plus grande, est une Lucine à stries peu marquées, assez régulières cependant, dont on trouve quelques parties de test, et qui est tellement voisine de la *Lucina Heberti* des sables dits *miocènes* d'Ormoy, de Morigny et, en général, des environs d'Étampes, que l'on affirmerait presque avoir cette espèce sous les yeux.

L'autre, également très commune, est de moitié plus petite. Elle paraît une Lucine et montre de fort jolies stries concentriques, aussi marquées et presque aussi régulières que dans la *Cythereas elegans* du calcaire grossier supérieur et des sables moyens. Un autre système de stries, moins accusées, longitudinales, coupe ces stries transverses. Cette espèce a quelque rapport avec la *Lucina squammosa*, essentiellement propre aux sables de Mayence et d'Étampes, bien qu'elle en paraisse un peu distincte par sa forme.

Enfin, M. Deshayes, en examinant ces empreintes, nous a fait remarquer, sur quelques feuillets, d'innombrables granulations oolithiques, petites, très régulières, qui sembleraient des œufs de mollusques.

D'autres occupations ne nous ont pas encore permis de rechercher des échantillons mieux caractérisés, s'il se peut, que les nôtres, et certainement il ne faudrait pas, avant d'avoir recueilli des individus irréprochables, se prononcer sur l'existence, dans le gypse, d'une ou de deux espèces de la faune d'Étampes, ni tirer de cette existence présumée des conséquences prématurées.

Mais, si l'on venait à constater la présence de la *Lucina Heberti* dans les marnes du gypse, nous nous permettrions tout de suite

deux réflexions, l'une presque indirecte, l'autre déduite de ce fait même.

Et d'abord, la découverte dans le gypse d'un fossile isolé des sables de Mayence et d'Étampes, dont le *Cerithium plicatum* existe déjà dans le calcaire grossier, ne démentirait qu'en apparence l'affinité dont nous parlions, à la dernière séance, entre le gypse et les sédiments marins antérieurs, nommés sables moyens, et si bien reliés eux-mêmes, par la paléontologie, au calcaire grossier sous-jacent.

Cette affinité semble effectivement très bien établie, et, comme nous l'avions avancé, elle paraît de même nature et pour le moins aussi intime que l'union des *Purbecks beds* avec les *Portland beds*. Les premiers ont fourni quelques espèces marines caractéristiques des seconds, et ce fait seul empêche, à notre sens, de faire une époque distincte, un étage à part du purbeckien, en constatant que, synchroniquement avec la faune de vertébrés terrestres et de mollusques fluviatiles des *Purbeck's beds*, continuait à vivre, mais en des lieux encore inexplorés ou immergés, la faune marine précédente des *Portland beds*. Puis un ensemble spécial de vertébrés terrestres, comme ceux des bancs de *Purbecks* ou du gypse parisien, ne suffit généralement pas pour établir un étage, faute de comparaison possible avec les faunes terrestres antérieures ou postérieures, les dépôts terrestres étant toujours une exception; et aussi parce qu'on connaît mal encore les lois qui ont régi le développement ou l'extinction des faunes continentales aux époques géologiques. Enfin nous serions d'autant moins porté à honorer du titre d'étage le gypse parisien, qui est, après tout, un simple accident minéralogique assez local, que, pendant son dépôt, comme pendant la formation des calcaires lacustres de Saint-Ouen, la faune des sables moyens continue vraisemblablement à peupler les eaux du rivage, comme le prouve la présence d'espèces de Beauchamp, soit dans les marnes marines supérieures aux *Lymnea longiscata*, soit dans nos marnes à Cérithes du gypse de Pantin, et qu'en second lieu, la faunule lacustre elle-même des calcaires de Saint-Ouen, non éteinte pendant tout le temps que le gypse mit à combler les dépressions circonscrites où nous le trouvons, pousse plusieurs de ses espèces caractéristiques, comme le *Planorbis planulatus*, dans les marnes dites à Lymnées, de Pantin, c'est-à-dire dans les marnes hydrauliques, blanches, qui, à Pantin, terminent les marnes du gypse et sont partout séparées de la haute masse du gypse par 4 à 6 mètres de marnes diversement colorées. En résumé, ainsi que l'ont pensé MM. Lyell et d'Archiac, le

gypse, avec ses marnes, ne nous paraît pas devoir être isolé; il semble se rattacher, comme le calcaire de Saint-Ouen sous-jacent aux sables moyens, inséparables eux-mêmes, pour nous, du calcaire grossier.

Mais pour revenir à la *Lucina Heberti*, il y aurait une conclusion plus directe à tirer de sa présence dans le gypse, si elle venait à être mise hors de doute. On aurait là un argument à donner à la manière de voir de M. Deshayes, qui, seul aujourd'hui de son opinion, n'arrête le terrain éocène qu'avec le calcaire de Beauce. Déjà, il y a tels individus dans le calcaire grossier qu'il a toujours été impossible de distinguer du *Cerithium plicatum* d'Étampes ou de Mayence, et ce Cérithe abonde même, avec une Natice bien voisine de celle de Jeurre, dans le banc fossilifère des environs de Gap, décrit par MM. Hébert et Renevier sous le nom de *nummulitique supérieur*, et qui, par l'ensemble de ses fossiles, paraît correspondre à nos sables moyens de Paris, bien que les géologues dont nous parlons y citent un très grand nombre d'espèces d'Étampes. D'un autre côté, comme nous l'a fait remarquer M. Deshayes, l'indépendance stratigraphique, la démarcation par transgression entre les sables d'Étampes surmontés de leur calcaire de Beauce, et les faluns de Touraine, miocène proprement dit de M. Deshayes, est réellement extrême et tout aussi tranchée que la ligne de contact entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, entre le terrain crétacé et les terrains tertiaires. La dissemblance entre les sables d'Étampes et les faluns n'est pas seulement stratigraphique, elle est essentiellement paléontologique. Qu'on prenne une suite d'espèces de Mayence ou d'Étampes, et qu'on la rapproche successivement d'une collection de faluns et d'une collection de calcaire grossier, on se convaincra de la dissemblance générale dans les formes entre les types de la Touraine et ceux d'Étampes, tout comme de la similitude parfaite entre la série du calcaire grossier et les individus d'Ormoy ou de Jeurre. Nous pourrions prendre un à un les fossiles de ces deux derniers gisements, et montrer combien ils rappellent les espèces bien connues des sables moyens ou du calcaire grossier. Tous les auteurs qui se sont occupés les premiers de la faune d'Étampes ou de Mayence s'y sont trompés, et l'on sait qu'actuellement, en Allemagne, on donne encore à bien des espèces du bassin de Mayence des noms qui devraient être réservés aux coquilles du calcaire grossier ou des sables moyens. Le curieux mélange d'espèces du calcaire grossier, des sables moyens et des sables d'Étampes, que l'on remarque dans les listes de fossiles

dressées par MM. Hébert et Renevier dans leur *nummulitique supérieur*, prouve encore, sinon la coexistence de toutes ces espèces réparties dans le bassin de Paris à des niveaux très distincts, du moins la confraternité d'aspect extérieur que nous signalons en ce moment. Au contraire, entre les sables d'Étampes et les faluns de Touraine, rien de semblable : une seule espèce serait commune aux deux sables, ce même *Cerithium plicatum* qui a déjà paru dans le calcaire grossier.

La faune des faluns a certainement beaucoup moins d'analogie avec celle des dépôts marins chronologiquement inférieurs qu'avec la faune actuelle, dont nous ne connaissons aucun type authentique dans le calcaire grossier, les sables moyens et ceux d'Étampes.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A BESANÇON (DOUBS),

Du 9 au 15 septembre 1860.

Les membres de la Société qui se sont rendus à cette réunion sont :

MM.

Bancenel (de),
Berthaud,
Billiet,
Bonjour,
Bréon,
Collenot,
Cotteau,
Depierres,
Désoudin,
Deslongchamps (Eugène),
Deullin,
Drian,
Étallon,
Ferry (de),
Fromentel (de),
Goubert,
Laurent,

MM.

Lory,
Marès (P.),
Martin (J.),
Michelin,
Michelot,
Parandier,
Perron,
Renevier,
Raymond,
Rolland (Louis),
Rollet,
Sæmann,
Soulier,
Transon,
Triger,
Vézian.

Parmi les nombreuses personnes qui ont assisté aux séances et aux excursions de la Société, nous citerons :

MM.

Bailly de Merlieux,
Bavaux, secrétaire de la Société d'émulation du Doubs ;
Berthelin, étudiant ;
Bochard,
Carlet, ingénieur des ponts et chaussées ;

MM.

Constantin, préparateur à la Faculté des sciences ;
Gay, élève de l'École normale supérieure ;
Grenier, professeur à la Faculté des sciences ;
La Boulaye (Réné),

MM.

Leras, inspecteur d'Académie, à Besançon;
Loir, professeur à la Faculté des sciences;
Morlot, professeur de géologie à l'Université, à Lausanne;
Pidancet,
Raulot (V.), ancien contrôleur;
Rœmer (Ferdinand), professeur, à Breslau;
Voilliard.

Séance du 9 septembre 1860.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

Le 1er septembre, à sept heures et demie du soir, les membres de la Société présents à Besançon se sont réunis dans une salle de l'hôtel de ville que l'autorité municipale a bien voulu mettre à la disposition de la Société.

La session est ouverte sous la présidence provisoire de M. Michelin. On procède à l'organisation du bureau.

Sont nommés :

Président : M. Michelin.
Vice-Président : M. Lory.
Secrétaires : MM. Perron et Vézian.

Après l'installation du bureau, M. Loir, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Besançon, prie les membres de la Société géologique de vouloir bien accepter un banquet qui leur est offert par la Société d'émulation du Doubs. M. le Président accepte cette invitation comme un témoignage de la fraternité et de la solidarité qui doivent régner entre toutes les Sociétés savantes.

La Société reçoit :

De M. Ébray, *Études géologiques sur le département de la Nièvre.*

De M. Étallon, 1° *Paléontostatique du Jura ;* 2° *Sur les rayonnés des terrains jurassiques supérieurs ;* 3° *Sur la classification des spongiaires.*

De M. Quiquerez, *Plan du Val de Delémont.*

Une discussion s'engage sur le programme des courses; il est décidé qu'on se rendra :

Lundi, à la Vèze, par Morre et le Trou-au-Loup; on reviendra par Chapelle-des-Buis.

Mardi, à Beurre et à Arguel.

Mercredi et *jeudi*, à Gray (Haute-Saône).

Le programme des autres courses sera ultérieurement fixé.

M. Vézian rend compte de l'excursion que plusieurs membres ont faite, dans la journée, du côté de Larnod.

Course du 9 septembre, à Larnod.

En sortant de Besançon par la *porte Notre-Dame*, on voit les couches du forest-marble dont la puissance est de plus de 60 mètres, se relever brusquement, former la voûte qui supporte la citadelle, puis s'infléchir de nouveau pour venir une seconde fois rencontrer la route précisément au point où se trouve la seconde porte dite *porte de Beurre*. Cette voûte dessine un arc dont la route constitue la corde et dont les deux portes que nous venons de nommer forment les extrémités. Entre le Doubs et le talus qui supporte la citadelle se place le faubourg de Tarragnoz. Les couches placées sous le forest-marble ne peuvent pas être facilement observées à cause des constructions, des éboulis et de la pente rapide du sol; elles obéissent au même mouvement que le forest-marble et appartiennent toutes au groupe oolitique inférieur jusqu'au calcaire à Entroques inclusivement. Ce calcaire a été entaillé pour le passage de la route. Les géologues présents à la course qui ont eu l'occasion d'étudier le calcaire à Entroques de la Bourgogne reconnaissent sa parfaite identité de caractères avec celui de la Franche-Comté. A Tarragnoz même, il forme une masse puissante, fracturée dans tous les sens et à peine stratifiée; la partie superficielle des fragments est d'un jaune rougeâtre, tandis que la partie intérieure est d'un noir bleuâtre; la roche présente une agglomération de grains oolitiques et de fragments spathiques provenant de la détrition des Encrines.

Immédiatement après la porte de Beurre, on laisse à gauche une dépression formée par les marnes oxfordiennes, dont les

couches fortement inclinées, comme celles du cornbrash et du forest-marble sur lesquelles elles s'appuient, plongent sous la vallée du Doubs, pour reparaître à 3 kilomètres de là, un peu avant le village de Beurre. Toutes les assises du système oolitique participent à cette inflexion générale du terrain. Pourtant, par suite, soit d'une faille, soit d'une érosion, une partie de ces assises s'en détache pour constituer un abrupt de près de 200 mètres de haut dont la route suit la base.

Un peu avant Beurre, l'espace laissé entre cet abrupt et le Doubs s'élargit tout à coup en une petite plaine d'alluvion, arrosée par le ruisseau qui provient de la cascade dite du Bout-du-Monde. Après avoir laissé à gauche la route qui conduit à Beurre et traversé la petite plaine dont je viens de parler, on voit la route offrir une côte assez rapide qui se développe jusqu'au relais de Larnod, sur une longueur de plus de 4 kilomètres. Pendant tout ce trajet, les mêmes couches, par suite de leurs ondulations, se présentent à l'observation deux et trois fois.

Au commencement de la côte, les éboulis de la route laissent à peine apercevoir la partie supérieure du terrain oxfordien représenté par un calcaire marneux, grisâtre, avec Pholadomyes.

Au-dessus du terrain oxfordien, vis-à-vis des forges de Gouille, se présente le *terrain à chailles* des géologues franc-comtois. Sur ce point, le terrain à chailles est formé de bancs calcaires d'un mètre et plus de puissance séparés par de petits lits de marne et de calcaire marneux schistoïde. Les bancs, presque horizontaux, sont fracturés perpendiculairement au sens de la stratification, et les blocs, déterminés par les lignes de fracture, offrent une tendance à se déliter en fragments plus ou moins arrondis. Le calcaire est d'un gris quelquefois bleuâtre, d'autres fois, surtout vers la partie supérieure, jaunâtre. Il est fortement chargé de silice qui s'accumule surtout dans le centre des blocs, recouvre sous forme d'orbicules siliceux toutes les Térébratules et constitue exclusivement les Serpules et les polypiers qui se détachent sur la roche par leur couleur blanche; la silice est surtout abondante dans la partie supérieure de cette assise dont la puissance est d'environ 25 mètres. Parmi les

fossiles qui se présentent sur ce point, je citerai : *Serpula ilium*, Goldf. ; *Lima rigida*, Desh. ; *Ostrea gregaria*, Sow. ; *Rhynchonella Thurmanni*, Br. ; *Terebratula insignis*, Schübl. ; *Rhynchonella inconstans*, Sow. ; *Glypticus hieroglyphicus*, Ag. ; *Cidaris cervicalis*, Ag. ; *Cidaris florigemma*, Phill. ; *Dysaster ovalis*, etc.

Au-dessus du terrain à chailles, on trouve la partie supérieure du terrain corallien, ou, si l'on veut, le terrain corallien proprement dit. Il offre, sur une épaisseur de plus de 20 mètres, des couches à stratification peu régulière d'un calcaire oolitique, tantôt à grains grisâtres, assez volumineux, tantôt à petits grains blanchâtres et d'un volume uniforme ; ces deux modifications s'observent dans les mêmes bancs et ne caractérisent pas des assises différentes.

Les inflexions des couches ramènent de nouveau le terrain à chailles, puis le calcaire à Pholadomyes et les marnes oxfordiennes. Celles-ci, que nous avons vues, après la porte de Beurre, s'infléchir sous la vallée du Doubs et se dérober à l'observation, reparaissent de nouveau ; elles se superposent directement au cornbrash, sans interposition d'aucune couche qu'on puisse rapporter d'une manière plus ou moins certaine au kellowien.

Ici commence une très belle coupe qui présente toutes les assises du groupe oolitique inférieur jusqu'aux marnes interoolitiques inclusivement. Elle montre successivement :

1° Le cornbrash, réduit à 2 mètres d'épaisseur.

2° Une assise de plus de 60 mètres de puissance, formée de couches sans fossiles, d'un calcaire compacte, à stratification confuse : c'est le forest-marble des géologues franc-comtois. Il est surtout caractérisé par sa structure fragmentaire qui, à distance, le fait ressembler à une brèche. M. Marcou confond cette assise avec la grande oolite et semble la considérer comme n'en étant qu'une modification pétrologique. C'est une opinion qui ne peut être adoptée, puisque entre le cornbrash et la grande oolite existe l'assise désignée sous le nom de *marnes à Discoïdées*, caractérisée par la variété type de l'*Holectypus depressus*, et représentant, selon nous, le Bradford-clay an-

glais. Dans la coupe dont nous indiquons les parties principales, cette assise n'est pas représentée.

3° Assise de plus de 40 mètres d'épaisseur, constituée par un calcaire oolitique, en couches toujours régulièrement stratifiées; elle est très peu fossilifère; un membre de la Société y a rencontré la *Terebratula Hopkinsii*, ce qui tend à démontrer que les géologues franc-comtois ne la désignent pas sans raison sous le nom de grande oolite.

4° Calcaire à Entroques, avec un banc de polypiers au-dessus et un calcaire schistoïde, avec rognons siliceux, au-dessous. Nous avons retrouvé ce calcaire schistoïde siliceux sur d'autres points des environs de Besançon; parmi les fossiles qu'il nous a fournis, nous pouvons citer les *Terebratula spinosa*, Phill. et *Terebratula senticosa*, L. de Buch.

5° Alternance de trois bancs marneux, séparés par un calcaire grenu, sub-oolitique, avec parties spathiques provenant de débris d'Entroques. Cette assise a été désignée par M. Boyé sous le nom de *marnes inter-oolitiques*, et considérée comme correspondant au *fuller's earth* (1). La couche marneuse supérieure est quelquefois pétrie de Spirospores appartenant à une espèce nouvelle; cette assise m'a paru constituer aux environs de Besançon un horizon paléontologique très constant et facilement reconnaissable.

Les assises inférieures aux marnes inter-oolitiques et celles du lias constituent le talus qui supporte la route formant ici une corniche au-dessus du village d'Aveney et de la vallée du Doubs.

Le mouvement du terrain fait rencontrer de nouveau les assises de l'oolite inférieure qui viennent d'être énumérées, puis les marnes oxfordiennes dont la présence est annoncée par une petite source coulant au bord de la route, et enfin le cal-

---

(1) Les fossiles contenus dans cette assise sont : *Belemnites giganteus*, Schloth. (quelques fragments roulés); *Pholadomya gibbosa*, d'Archiac; *Lyonsia abducta*, d'Orb.; *Lima proboscidea*, Sow.; *Pecten lens*, *Pecten articulatus*, *Ostrea Marshii*, Phill.; *Terebratula emarginata*, Sow.; *Terebratula globata*, Sow., etc. L'*Ostrea acuminata*, espèce qui caractérise cet horizon dans le Jura, manque ici complétement.

caire oxfordien. Le talus du chemin nous a permis de recueillir dans le terrain oxfordien : *Nautilus hexagonus*, Sow. ; *Ammonites Erato*, d'Orb. ; *A. cordatus ; Belemnites hastatus*, Blainv. ; *Pholadomya paucicostata*, Rœmer ; *Perna mytiloides ; Pecten fibrosus*, Sow. ; *Rhynchonella Thurmanni*, Br.

Puis vient le terrain corallien terminant sur ce point la série du système oolitique ; l'absence de l'oolite supérieure doit être ici attribuée, selon nous, non à une dénudation, mais à un soulèvement antérieur à son dépôt.

Entre le relais où se termine la côte que nous venons de suivre et le village de Larnod, il existe une faille mettant en contact le terrain corallien avec le lias. Au-dessus du lias se montrent des couches d'un calcaire ferrugineux avec *Pecten personatus ;* ces couches, régulièrement stratifiées et peu épaisses, constituent l'oolite ferrugineuse des géologues franc-comtois ; c'est par elles que débute la série oolitique. Le banc ferrugineux exploité en Franche-Comté en fait partie.

Après Larnod, nouvelle apparition du lias, puis de l'oolite inférieure qui forme un crêt dominant la courbe liasique de Pugey. Ici la transition entre le lias et l'oolite inférieure, ordinairement insensible aux environs de Besançon, s'opère d'une manière brusque. Au-dessus des marnes supra-liasiques bleuâtres, schistoïdes, se montrent immédiatement les couches puissantes du calcaire rougeâtre, avec lamelles spathiques appartenant au groupe oolitique inférieur.

La Société est revenue par Arguel, et, avant d'arriver à Beurre, a pu voir la faille qui, partant de Monfaucon, vient mettre le terrain corallien en contact, non-seulement avec le lias, mais aussi avec les marnes irisées.

Une discussion s'engage au sujet de la composition du groupe oolitique inférieur des environs de Besançon. Cette discussion porte notamment sur les relations qui existent entre les marnes inter-oolitiques (terre à foulon) et le calcaire à polypiers que l'on a considérés jusqu'ici comme deux assises distinctes, tandis que M. Vézian serait porté à y voir, du moins dans le Jura bisontin, deux faciès d'un même horizon.

M. E. Renevier présente les observations suivantes :

A en juger par les renseignements recueillis pendant la

course de la journée, il paraîtrait que les couches qu'on appelle dans le pays *cornbrash* et *forest-marble* ne correspondent pas aux niveaux géologiques connus dès longtemps sous ce nom en Angleterre.

Dans le *Wiltshire*, où la dénomination de cornbrash a pris naissance, les couches ainsi désignées sont intercalées entre le Kelloway's rock à la partie supérieure et le forest-marble à sa base. Ce dernier repose à son tour sur le *Bradford-clay*, qui n'est que la partie supérieure de la *grande oolithe*, et qui correspond exactement, pour les fossiles, à la *caillasse* de Ranville et à la *pierre blanche* de Luc et de Langrune (Calvados).

Paléontologiquement, le forest-marble a peu d'importance ; ce nom désigne plutôt une subdivision minéralogique qui se rattache probablement aussi à la série bathonienne ; mais il n'en est pas de même du cornbrash ; celui-ci est certainement un horizon paléontologique spécial, se rattachant peut-être à la série kellowienne et correspondant exactement au kellowien inférieur de la Sarthe, qui se retrouve à Lion-sur-Mer (Calvados) avec un faciès tout à fait analogue à celui du cornbrash du Wiltshire.

A Stanton (Wiltshire), où le cornbrash est particulièrement bien développé, il présente, entre autres espèces, les suivantes :

Serpula tetragona, Sow.
— *tricarinata*, Sow.
Pholadomya carinata, Goldf.
Isocardia rostrata, Sow.
Mytilus asper, Sow.
— *imbricatus*, Sow.
Lima gibbosa, Sow.
— *duplicata*, Sow.
Avicula echinata, Smith.
Pecten annulatus, Sow.
— *vagans*, Sow.
Ostrea costata, Sow.
— *Sowerbyi*, Morr. et Lyc.
Rhynchonella concinna, Sow.
Terebratula obovata, Sow.
— *intermedia*, Sow.
Nucleolites major, Ag.
— *clunicularis*, Blainv.
Holectypus depressus, Lesk. (Desor.).
Diadema homostigma, Ag.
Acrosalenia spinosa, Ag.
— *Wiltoni*, Wright.
— *hemicidaroides*, Wright.

D'après les géologues de Besançon, il paraîtrait que le prétendu *cornbrash* de ce pays est caractérisé par les *Terebratula digona*, *T. cardium*, *T. coarctata*. S'il en est réellement ainsi, ces couches ne correspondraient point au véritable cornbrash, mais bien, soit au Bradford-clay anglais, soit à la *pierre*

blanche de Luc et de Langrune, qui sont justement caractérisés par les mêmes espèces. Comme conséquence, le forest-marble de Besançon ne serait pas le vrai forest-marble, mais représenterait un niveau inférieur au Bradford-clay.

M. Morlot, professeur de géologie, à Lausanne, fait la communication suivante :

J'ai l'honneur de présenter à la Société un opuscule intitulé : *Études géologico-archéologiques en Danemark et en Suisse.* Il a été publié dans le *Bulletin* de la Société vaudoise des sciences naturelles, Lausanne, 1860. Voici quelques points saillants de cette publication :

Kjoekkenmoedding est un terme appliqué par les savants danois à des amas de coquillages situés sur les côtes du Danemark et qu'on avait d'abord pris pour des dépôts marins naturels. En les examinant de plus près, le professeur Steenstrup, aidé du géologue bien connu, M. Forchhammer, et de l'archéologue distingué, M. Worsaae, y reconnut des restes de repas, gisant pêle-mêle avec les débris de l'industrie primitive d'un peuple vivant de pêche et de chasse et qui avait habité ces parages dans la plus haute antiquité, lorsqu'on ne connaissait encore aucun métal. La grande masse de ces dépôts est composée de coquilles, toutes comestibles, surtout d'Huîtres. Or, il résulte de l'état actuellement plus chétif des mêmes espèces dans les mêmes parages et de la disparition de l'huître sur beaucoup de ces points où elle prospérait autrefois, que les eaux à l'embouchure de la Baltique ont diminué de salure depuis que l'homme s'est établi en Danemark. Les restes de poissons de mer mêlés aux coquillages sont abondants, mais ne donnent pas lieu à des remarques particulières, sinon que l'habitant primitif se lançait déjà à la pêche en mer. Parmi les nombreux débris d'oiseaux nous signalerons ceux du coq de bruyère, qui ne se trouve plus maintenant en Danemark, parce que le pays ne produit plus de conifères, et ceux du grand pingouin, espèce maintenant éteinte. Les quadrupèdes sont abondants. Ce sont d'abord les animaux ordinaires de la chasse, moins le lièvre qui manque complétement, puis des espèces telles que l'urus, l'élan, le castor, le phoque, le lynx. L'absence du lièvre peut très bien s'expliquer par certaines superstitions, qui empêchent encore aujourd'hui le Lapon de toucher à cet animal. En fait d'espèces domestiques on ne trouve absolument que le chien dans les kjoekkenmoedding; c'est donc le plus ancien ami de

l'homme. Enfin l'emplacement, le gisement de ces amas de coquillages prouvent que depuis l'époque de leur formation il n'y a pas eu de changement sensible dans le niveau relatif de la mer et de la terre-ferme.

Les marais tourbeux du Danemark ont fourni le sujet de profondes recherches de la part du professeur Steenstrup, qui est arrivé au curieux résultat suivant : c'est le pin (*pinus silvestris*), qui a d'abord envahi le Danemark à l'époque moderne et qui a composé les forêts recouvrant le pays lorsque l'homme y est arrivé. Mais le pin a peu à peu disparu et a fait place au chêne, qui a régné à son tour pour céder ensuite le terrain au hêtre. Aujourd'hui et dès les commencements de l'époque historique c'est le hêtre qui constitue les forêts du Danemark; le chêne a presque disparu, tandis que le pin ne vient plus naturellement dans le pays. Il y a donc eu dans le Danemark depuis le commencement de l'époque actuelle trois phases successives dans la végétation arborescente, et cela sans que le climat paraisse avoir changé.

La question des races humaines, qui ont successivement habité l'Europe, ne peut se résoudre que par l'étude des crânes; il faut donc commencer par en recueillir, ce dont on s'est généralement encore trop peu occupé. Dans le Nord, en Suède et en Danemark, on a reconnu que la race primitive de l'âge de la pierre appartenait au type mongol, qui a fourni à ces pays et assez vraisemblablement au reste de l'Europe les premiers habitants. Les Lapons paraissent en être les derniers restes. Les populations suivantes de l'Europe pendant l'âge du bronze et les commencements de l'âge du fer sont encore à étudier.

Les races animales domestiques méritent aussi une attention particulière. Nous ne mentionnerons ici que le chien, qui présente en Danemark trois types différents dans les trois âges de la pierre, du bronze et du fer.

Habitations lacustres de la Suisse. — Grâce aux belles recherches du docteur F. Keller à Zurich, faites et publiées en 1854, on sait maintenant que les habitants de l'Helvétie avant, et même exceptionnellement jusqu'à l'arrivée des Romains, s'établissaient de préférence sur des pilotages dans les lacs, à peu de distance des rives. Leurs dépouilles et les débris de leur industrie allaient nécessairement à l'eau, au fond de laquelle tout cela s'est bien conservé, surtout quand c'était englobé par de la tourbe en voie de formation. De pareils emplacements représentent maintenant de véritables conservatoires des arts et métiers ainsi que des musées de la faune et de la flore du pays aux diverses époques de

la haute antiquité. Les débris végétaux sont étudiés par M. Heer à Zurich et ceux du règne animal par M. Rütimeyer à Bâle. Les résultats déjà obtenus sont très intéressants : ainsi certaines espèces végétales, comme la Macre flottante (*Trapa natans*), autrefois communes en Suisse, sont maintenant en voie de disparition ; même remarque pour les animaux, qui présentent aussi des races et même des espèces éteintes.

Question chronologique. — Les données historiques les plus reculées de l'Europe, en y comprenant même les traditions les plus anciennes relatives à ce continent, ne remontent pas au-delà de l'âge du fer. On ne sait pas quelle a été la durée de l'âge du bronze, encore moins connaît-on la date de l'âge de la pierre. Il n'y a ici que la géologie, qui puisse fournir quelque lumière. Voici une observation tendant vers ce but : le cône de déjection torrentiel, formé par la Tinière, à son embouchure dans le lac de Genève, à Villeneuve, est coupé transversalement par le chemin de fer. Il s'est trouvé là, parfaitement intercalée dans les alluvions du torrent, à 4 pieds de profondeur, une couche représentant un ancien terreau de l'époque romaine, puis à 10 pieds de profondeur une seconde, même couche de l'âge du bronze, et à 20 pieds de profondeur une troisième couche, encore de la même nature, mais se rapportant à l'âge de la pierre. En combinant soigneusement toutes les circonstances et en admettant une latitude très grande en plus et en moins, on arrive à calculer une antiquité de 29 siècles au moins à 42 siècles au plus pour la couche de 10 pieds de profondeur, de 47 siècles au moins à 70 siècles au plus pour celle de 20 pieds de profondeur et de 74 siècles au moins à 100 siècles au plus pour l'âge total du cône moderne entier, ce qui est évidemment plutôt inférieur que supérieur à la vérité. Il va sans dire que chacun des anciens sols en question ne représente pas la durée totale de chacun des âges correspondants, mais seulement une portion quelconque de chacun de ces âges. Pour ce qui concerne en particulier la couche de 10 pieds de profondeur, elle paraît, d'après les objets de l'industrie humaine qu'elle a fournis, appartenir plutôt à la fin qu'au commencement de l'âge du bronze. Espérons que d'autres études de ce genre viendront bientôt permettre de contrôler les résultats de celle-ci.

Séance du 10 *septembre* 1860.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Vézian, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 9 septembre; la rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

La Société reçoit :

De MM. Triger et Cotteau : *Échinides du département de la Sarthe*, 5e et 6e livraison.

De M. Cotteau : 1° *Echinides nouveaux ou peu connus;*

2° *Études sur les Échinides fossiles;*

3° *Note sur les Échinides recueillis en Espagne;*

4° *Note sur le genre Heterocidaris.*

Sont présentés pour être membres de la Société :

M. Bochard, docteur en médecine à Semur (Côte-d'Or), présenté par MM. Collenot et Bréon;

M. Voilliard, propriétaire à Gray (Haute-Saône), présenté par MM. Perron et de Fromentel;

M. Roemer (Ferdinand), professeur à l'Université, à Breslau (Prusse), présenté par MM. Michelin et de Fromentel;

M. Bert, naturaliste à Paris, présenté par M. Eugène Deslongchamps et M. V. Rollet.

M. Vézian présente le compte rendu de la course qui a été faite dans la journée.

Course du 10 *septembre à la Vèze.*

Je n'insisterai pas sur les contournements de couches et les failles qui, pendant l'excursion, ont été expliqués avec beaucoup de détails et une grande clarté par M. Lory. Je me bornerai à ramener l'attention de la Société sur la série des terrains qui se sont successivement montrés, et sur le rôle qu'ils jouent dans la constitution topographique du pays.

En sortant de Besançon par la porte de Morre, on reconnaît dans l'aspect de la localité une similitude complète avec ce que l'on observe en sortant par la route de Beurre.

Les couches du forest-marble dessinent un arc qui n'est que

le côté opposé de la voûte, ou plutôt de l'arche du pont que nous avons vu hier supporter la citadelle; elles constituent la corde de cet arc, et à ses deux extrémités se trouvent d'abord la porte Rivotte, puis la Porte-Taillée pratiquée à travers le forest-marble lui-même. Les maisons bâties le long de la route, entre le Doubs et le talus qui supporte la citadelle, forment le faubourg de Rivotte.

Après la Porte-Taillée, les couches du forest-marble, fortement inclinées, passent au-dessous d'une courbe oxfordienne très resserrée, que nous laissons ici à droite, tandis que nous l'avions laissée à gauche en sortant par la porte de Beurre. Le cornbrash, très réduit, accompagne le forest-marble au-dessous des marnes oxfordiennes; il est en couches fortement inclinées, mises à découvert jusqu'à une certaine élévation; sa surface est recouverte d'un placage ferrugineux, représentant rudimentaire du terrain kellowien.

Après les marnes oxfordiennes, complétement recouvertes par des éboulis, viennent quelques couches d'un calcaire marneux dont je parlerai à la fin de ce compte rendu.

Ce calcaire, qui constitue la dernière assise du terrain oxfordien, supporte le terrain à chailles, au-dessous duquel se présentent le calcaire corallien inférieur, l'oolite corallienne, et enfin le calcaire à *Diceras* et à Nérinées des géologues franc-comtois (*Diceras arietina*, *Nerinea Bruntrutana*). Le terrain corallien, dont les roches offrent un aspect fragmentaire, se termine par deux bancs d'un calcaire fossile subcrayeux.

Tout ce qui est au-dessus peut se diviser en trois groupes, composés chacun d'une assise marneuse recouverte par une assise calcaire. Nous désignerons ces trois groupes par les noms de *séquanien*, de *kimméridien* et de *portlandien*, désignations que nous employons ici provisoirement et auxquelles nous n'attachons aucune importance. Les fossiles se rencontrent dans les assises marneuses et manquent presque complétement dans les assises calcaires; ils constituent trois horizons successifs qui sont : 1° celui des Astartes; 2° celui des Ptérocères; 3° celui des Exogyres.

L'assise marneuse du terrain séquanien est divisée en trois parties par deux bancs calcaires, et, d'après les indications de

M. Lory, le premier banc marneux correspondrait à l'horizon des Natices, le second à l'horizon des Astartes (*Astarte minima*), et le troisième à l'horizon de l'*Apiocrinites Meriani*. Il est bon d'observer que les Astartes manquent sur ce point. M. Contejean rattache au terrain kimméridien non-seulement toute cette assise marneuse et le reste de la série oolithique, mais aussi le *calcaire à Nérinées* dont je viens de parler. Je ne crois pas fondée l'opinion de M. Contejean en ce qui concerne la place qu'il accorde au calcaire à Nérinées. Quant à sa fusion des terrains séquanien, kimméridien et portlandien, en un seul terrain portant le nom de kimméridien, elle a paru naturelle à presque tous les membres de la Société. Il faut dire pourtant que la discussion que l'on pourrait soulever à ce sujet ne serait peut-être qu'une dispute de mots, si elle se prolongeait trop ; car, après la fusion des terrains séquanien, kimméridien et portlandien, en un seul ensemble, on n'est pas dispensé pour cela de la nécessité d'établir des divisions dans cet ensemble et de leur donner des noms. On se trouve alors en présence de difficultés de nomenclature, qui disparaîtraient par l'emploi de mots exclusivement français ou même d'origine jurassienne.

L'assise marneuse du terrain kimméridien contient des Ptérocères (*Pteroceras Oceani*) et un grand nombre de bivalves.

L'assise marneuse du terrain portlandien est pétrie d'*Exogyra virgula*. Le calcaire qu'elle supporte mériterait seul le nom de portlandien, d'après l'avis de la plupart des membres de la Société présents à la réunion.

Les couches, qui, depuis la Porte-Taillée, offraient une inclinaison de plus en plus faible, se redressent tout à coup au moment où le calcaire portlandien atteint la route, et se montrent verticales : les marnes à Exogyres, ramenées avec le calcaire portlandien qu'elles supportent, viennent, par suite d'une faille, cause de tout ce dérangement, se mettre en contact avec les marnes à Ptérocères. En suivant la route jusqu'à Morre, on retrouve toutes les assises supérieures aux marnes à Ptérocères.

En sortant de Morre, la route présente une côte tracée à travers le lias ; on rencontre successivement le calcaire à *Gryphæa arcuata*, puis le lias moyen avec ses marnes à *Ammo-*

nites margaritatus et ses marnes à *Plicatula spinosa*. Au-dessus de ces marnes, on observe les schistes bitumineux formant un talus au bord du chemin; cette coupe se termine par les marnes supra-liasiques renfermant en abondance *Trochus duplicatus*, Sow., *Turbo Capitaneus*, Münst., *Nucula rostralis*, Lam., etc.

Au sommet de la côte apparaît le crêt oolitique, où l'on a pratiqué un tunnel pour le passage de la route. On observe, grâce aux travaux entrepris pour l'établissement du tunnel, la coupe suivante que j'ai relevée avec soin :

1° Au-dessus des marnes supra-liasiques, calcaire marneux jaunâtre, en couches de peu d'épaisseur, séparées par des lits très minces de marnes de la même nuance : 15 mètres;

2° Marne grossière, sans fossiles, formant un banc noir, bleuâtre dans sa partie moyenne et jaunâtre sur les bords : $1^{m},50$;

3° Calcaire à Entroques, très compacte, à texture inégale, brunâtre, avec filets ferrugineux : 6 mètres;

4° Marnes bleuâtres, jaunâtres sur certains points, rudes au toucher, non schistoïdes, remplies de Spiropores appartenant à la même espèce que la Société a eu l'occasion d'observer dans la course du 9 septembre au-dessus d'Aveney. Au milieu de ce banc marneux se trouve intercalée une couche d'un calcaire à texture mi-cristalline, mi-oolitique, noirâtre, avec débris de bivalves à l'état spathique formant lumachelle : avec les Spiropores se trouvent *Ammonites Humphriesianus*, *Lima proboscidea*, *Pholadomya gibbosa*, *Ostrea Marshii*, *Pholadomya Murchisonæ*, etc. : 6 mètres;

5° Calcaire jaunâtre, formé par la juxtaposition de lamelles cristallines et de parties ferrugineuses dans une pâte de calcaire compacte à peine discernable, en couches assez minces alternant avec des lits marneux jaunâtres peu puissants : 12 mètres.

On remarquera sur ce point, comme à la coupe d'Aveney, l'absence du calcaire à polypiers, que l'on considère comme formant une assise distincte entre le premier calcaire à Entroques et les marnes inter-oolitiques, mais qui pour nous, au moins dans le Jura bisontin, n'est qu'un faciès des marnes

inter-oolitiques se développant toujours aux dépens de ces dernières.

6° Marne jaunâtre grossière, formant un banc de $1^m,50$;

7° Calcaire à texture mi-grenue, mi-cristalline, brunâtre ou noirâtre, en bancs de 1 à 3 décimètres, alternant avec des marnes schistoïdes noirâtres : 10 mètres ;

8° Calcaire semblable au précédent par sa structure et sa stratification, sans lits marneux alternants, grisâtre ou gris-jaunâtre : 15 mètres ;

9° Calcaire grisâtre d'un aspect terreux, formant une couche de 3 décimètres entre deux lits de marne schistoïde jaunâtre, rarement noirâtre : $1^m,20$;

10° Calcaire grisâtre, grenu, puis avec lamelles cristallines et grains oolitiques ; plus loin, accroissement de texture cristalline et apparition de débris d'Entroques ; plus loin encore, la roche de cette assise se transforme en une lumachelle. Les couches, de 2 à 3 décimètres d'épaisseur au commencement, atteignent ensuite plus d'un mètre : 30 mètres.

Mes recherches sur le groupe oolitique inférieur des environs de Besançon m'ont conduit à reconnaître dans les assises 8, 9 et 10 le représentant du calcaire schistoïde siliceux de la coupe d'Aveney et du calcaire à Entroques immédiatement superposé à ce calcaire schistoïde siliceux. Je me réserve de revenir sur cette opinion lorsque je soumettrai à la Société le résultat de mes premières études sur le Jura bisontin.

11° Calcaire compacte, avec lamelles cristallines, esquilleux; tendance à la texture oolitique ; texture qui finit par se dessiner nettement vers la partie supérieure de l'assise ; stratification assez confuse ; odeur siliceuse sous le coup du marteau : 40 mètres.

Cette assise représente, mais en partie seulement, la grande oolite des environs de Besançon ; je dis en partie, car le terrain s'affaisse et la culture ne permet pas de continuer l'étude de cette coupe ; le long de la route, les talus sont remplacés par des remblais. Cette interruption dure pendant plus de cent mètres.

12° Calcaire compacte, à brèches roses, blanchâtre, à cassure subconchoïde, très fracturé, en couches assez régulières de

près d'un mètre de puissance. Cette assise représente le forest-marble : 15 mètres pour la partie observable.

Nouvel affaissement du sol et réapparition des prairies ne permettant pas de constater la présence de la dalle nacrée ou cornbrash.

Peu après, marnes oxfordiennes formant une combe, puis terrain à chailles avec nombreuses racines et tiges d'Apiocrinites.

Ici la Société a laissé la route et s'est rendue, en passant au bord des marais de Saône, vers le village de la Vèze, d'où, après un peu de repos, elle est revenue vers Besançon. Elle a traversé, pour la troisième fois, la combe liasique, ou, si l'on veut, l'affleurement du lias qui s'étend sans solution de continuité depuis Morre jusqu'à Pugey, en dessinant une ligne brisée d'une longueur de 10 kilomètres. Un crêt constitué par l'oolite inférieure, lui forme une enceinte continue qui n'est interrompue que sur trois points. L'une de ces trois interruptions n'est autre que le défilé que la Société traversera vendredi prochain en sortant de Pugey pour se rendre à Tarcenay ; les deux autres forment deux *nez :* celui de Morre porte dans le pays le nom de Trou-d'Enfer, et celui de Beurre, le nom de Bout-du-Monde.

Après avoir traversé cette couche liasique, vers le milieu de laquelle les couches du calcaire à *Gryphœa arcuata* sont verticales, la Société est passée par Chapelle-des-Buis, où les premières couches de l'oolite inférieure sont renversées. Entre Chapelle-des-Buis et la combe du pont de Secours, on observe deux fois d'abord dans leur ordre descendant, puis dans leur ordre ascendant, les couches comprises entre le cornbrash et le calcaire portlandien. Ces couches présentent, sur un espace restreint, des renversements assez difficiles à expliquer et qui ont attiré l'attention de M. Ch. Grenier, professeur à la Faculté des sciences de Besançon, puis de M. Pidancet, et enfin de M. Studer.

En descendant vers la combe du Pont-de-Secours, la Société a laissé à droite une excavation qui a été pratiquée pour l'exploitation de la chaux hydraulique; cette excavation montre

les couches les plus supérieures du terrain oxfordien s'avançant sous forme de crête au-dessus des marnes oxfordiennes. Ce calcaire est marneux, d'un gris jaunâtre, et tend à se déliter en blocs arrondis ; il est, sur certains points, pétri de *Rhynchonella Thurmanni ;* il offre aussi l'*Ammonites cordatus* et des Pholadomyes, parmi lesquelles se trouve la *Pholadomya paucicostata*. Ce calcaire repose sur des marnes noirâtres, schistoïdes, qui recouvrent à leur tour un calcaire subcompacte, gris brunâtre, facilement reconnaissable à l'enduit ferrugineux dont ses blocs sont entourés. Ce n'est qu'au-dessous de cet ensemble que les marnes oxfordiennes apparaissent.

M. Parandier, ingénieur en chef à Besançon, communique quelques-unes des observations géologiques qu'il a faites dans le département du Doubs. Il décrit la coupe comprise entre la Porte-Taillée et le château de Montfaucon, et signale notamment le conglomérat qui existe auprès de ce château, et que la Société a également pu observer entre Chapelle-des-Buis et Trois-Châtels. D'après lui, ce conglomérat se rattache au terrain sidérolitique des géologues suisses.

M. Étallon pense que le renversement des bancs constitués par ce conglomérat accuse une date d'autant plus ancienne que le terrain lacustre offre partout une stratification horizontale. Il cite les faits suivants, qui peuvent amener à reconnaître l'âge relatif de ce conglomérat. Dans la Haute-Saône, il présente l'aspect de celui qu'on rencontre aux environs de Porrentruy ; il a été depuis longtemps désigné sous le nom de *nagelflue jurassique*, et rapporté par les uns à la mollasse, par les autres au terrain tertiaire inférieur et même au terrain jurassique. Ce conglomérat, dans la Haute-Saône, sert de bordure à une partie du bassin d'eau douce dont les couches viennent buter contre lui en stratification discordante, de même qu'ils sont en discordance avec le terrain jurassique, mais par suite d'une faille. Voici la manière dont ils se présentent à Grandvelle : leur épaisseur est de 40 mètres ; les cailloux les plus gros se trouvent dans les assises supérieures ; dans les parties moyennes, ce sont des alternances de marnes et de cailloux de petite taille ; les dernières couches sont des marnes

jaunes grossières. L'inclinaison est de 10 à 12 degrés à la base ; elle augmente successivement jusqu'à 30 et 35 degrés dans les marnes.

Plusieurs membres présentent des observations sur les rapports qui existent entre les assises des terrains oolitiques moyen et supérieur. Ces observations ont notamment pour objet :

1° La place qui doit être assignée au *terrain à chailles* des environs de Besançon, qui, selon les uns, termine le terrain oxfordien, selon les autres, appartient au terrain corallien, et qui, d'après une troisième opinion, formerait une transition entre les terrains corallien et oxfordien ;

2° La limite inférieure du terrain kimméridien, qui, d'après M. Triger, devrait comprendre le *calcaire à astartes* des géologues franc-comtois, opinion qui est celle que M. Contejean a adoptée dans sa monographie du terrain kimméridien. Quant au terrain à chailles de la Franche-Comté, sa faune le place, d'après M. Triger, sur le même niveau que le *calcareous-grit* qu'il a eu l'occasion d'étudier en Angleterre.

Ces discussions conduisent MM. Triger et Renevier à signaler l'inconvénient qui résulte de l'application de la nomenclature anglaise aux formations jurassiques du département du Doubs, sans une étude comparée des faunes correspondantes dans le Jura et l'Angleterre.

MM. Parandier et Vézian reconnaissent la justesse de ces observations ; mais ils indiquent en même temps combien il est difficile d'apporter un remède au mal qui leur est signalé.

« J'ai dû accepter, dit M. Vézian, les désignations en usage dans le pays que je venais habiter, mais mon intention est bien d'étudier la constitution géologique du Jura bisontin en dehors de toute idée préconçue sur les relations plus ou moins réelles entre les assises désignées par les mêmes noms en Angleterre et en Franche-Comté. J'ai dû me soumettre à l'usage, tout en regrettant que les tentatives de désignations locales faites par MM. Thurmann, Marcou, etc., n'aient pas réussi, à l'exception du mot *néocomien* qui est devenu d'un emploi si général.

En ce qui concerne le groupe oolitique inférieur, je n'en suis pourtant pas à regretter de m'être servi des mots cornbrash, forest-marble, etc., car mes premières observations me

conduisent à penser que les assises auxquelles ont été affectées, dans les environs de Besançon, ces désignations anglaises, sont bien réellement synchroniques de celles qui portent le même nom de l'autre côté de la Manche. J'attends pour formuler des faits à l'appui de mon opinion que mes études sur le Jura bisontin soient plus complètes. Bientôt, il me sera permis de soumettre à la Société le résultat de mes premières recherches sur la constitution du groupe oolitique inférieur; je dois, en attendant, m'abstenir d'établir entre les assises de l'Angleterre et celles du Jura un parallélisme qu'un examen prolongé pourrait me conduire à modifier, ce que je ne pense pas.

Le groupe oolitique inférieur du Jura appartient par son origine au bassin anglo-parisien et non au bassin méditerranéen, et c'est donc vers le nord-ouest qu'il faut chercher le prolongement des horizons géognostiques dont ce groupe se compose, soit dans la Franche-Comté, soit dans la Bourgogne. La ligne de séparation entre les deux faciès anglo-parisien et méditerranéen se trouve dans le Dauphiné au point où le plateau central et le massif alpin se rapprochent l'un de l'autre. « Le groupe » oolitique inférieur, si puissant dans le Jura et jusqu'aux » environs de Bourgoin, dit M. Lory, manque à Crussol, ou du » moins y est représenté tout au plus par une petite couche » de 40 centimètres d'épaisseur. Aux environs de Privas, il en » est de même; cette partie des terrains jurassiques, entre la » base de l'étage oxfordien, qui renferme le minerai de Veyras, » et les couches supérieures du lias, n'est indiquée que par » quelques couches de calcaires sableux remplis de débris d'En- » crines, et dont l'épaisseur totale est le plus souvent d'un » mètre, mais où l'on trouve cependant quelques fossiles carac- » téristiques. » (*Description géologique du Dauphiné*, p. 53.)

Ce n'est qu'après le dépôt de l'oolite inférieure, c'est-à-dire après l'apparition du système stratigraphique dont j'ai parlé sous le nom de système de la vallée du Doubs (voir *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLVIII, p. 107), que les couches déposées dans le bassin jurassien ont commencé à s'éloigner du faciès anglais pour se rapprocher du faciès méditerranéen. Ce changement profond dans la constitution topographique du bassin jurassien a eu pour résultat son exhaussement

partiel vers le nord-ouest et son extension vers le sud-est : « Dans les Alpes, fait observer M. Lory, les assises inférieures » de l'étage oxfordien reposent sur les assises supérieures du » lias, sans que l'on puisse distinguer entre elles un groupe de » couches qui représente nettement le groupe oolitique infé- » rieur. » (*Description géologique du Dauphiné*, p. 54.)

En ce qui concerne le cornbrash des géologues bourguignons et franc-comtois, qui a été plus spécialement l'objet des critiques de MM. Renevier et Triger, je ferai observer qu'il se lie intimement aux marnes oxfordiennes qui le recouvrent, de manière que le passage entre ce *soi-disant cornbrash*, comme l'appelle M. Renevier, et les marnes oxfordiennes est insensible; ceci nous indique qu'entre le dépôt du cornbrash et des marnes oxfordiennes, il n'y a pas d'hiatus, comme il devrait en exister si le cornbrash de Besançon représentait réellement le Bradford-clay anglais.

Parmi les vingt-trois fossiles que M. Renevier cite comme se trouvant dans le cornbrash du Wiltshire, il en est sept dont nous avons déjà constaté la présence dans le cornbrash bisontin; ce sont : *Serpula tetragona*, Sow.; *S. tricarinata*, Sow.; *Pecten vagans*, Sow.; *Lima gibbosa*, Sow.; *Avicula echinata*, Sow.; *Ostrea costata*, Sow.; *Rhynchonella concinna*, Sow.

Le cornbrash de Besançon n'est autre que la dalle nacrée des géologues jurassiens; cette dalle nacrée, que MM. Gresly et Desor, dans leurs *Études géologiques sur le Jura Neuchâtelois*, rapportent au cornbrash anglais et désignent par conséquent à tort sous le nom d'oolite bradfordienne, présente aussi dans sa faune une grande analogie avec celle du Wiltshire. La liste de fossiles donnée par MM. Gressly et Desor contient dix des vingt-trois espèces énumérées par M. Renevier; ce sont : *Serpula tetragona*, Sow.; *S. tricarinata*, *Lima gibbosa*, Sow.; *Avicula echinata*, Sow.; *Ostrea costata*, *Lima duplicata*, *Pecten vagans*, *Rhynchonella concinna*, Sow.; *Nucleolites clunicularis*, Blainv.; *Holectypus depressus*, Desor (petite variété assez rare).

La liste de M. Renevier comprend deux espèces, *Terebratula intermedia*, Sow.; *Holectypus depressus*, Desor, que j'ai rencon-

trées auprès de Baume-les-Dames, mais dans un calcaire intercalé dans le forest-marble et la grande oolite que leurs caractères pétrographiques rendent si faciles à reconnaître. Ce calcaire se rattache à l'horizon des *marnes à Discoïdées* du Jura que MM. Desor et Gressly désignent aussi, mais à tort, sous le nom de *marnes vésuliennes;* il me paraît être le terme correspondant du Bradford-clay.

La liste de M. Renevier ne comprend pas trois espèces, *Terebratula cardium*, *T. digona*, *T. coarctata*, qui se trouvent dans le cornbrash de Besançon, et c'est la présence de ces trois espèces dans ce cornbrash qui le conduit à le rattacher au Bradford-clay. Mais dans un terrain comme le groupe oolitique inférieur, où les passages de fossiles sont très nombreux d'une assise à l'autre, *trois espèces* suffisent rarement pour caractériser un ensemble de couches.

La *Terebratula digona* caractérise le cornbrash du Yorkshire et se trouve dans celui du Glocestershire (voir D'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. VI); sur d'autres points de l'Angleterre, elle se trouve aussi à un niveau inférieur, et notamment dans le Bradford-clay du Wiltshire. Mais, dans l'est de la France, la *Terebratula digona* et la *T. coarctata* tendent à se porter à un niveau supérieur, car MM. Gressly et Desor citent la *Terebratula digona* dans le terrain oxfordien des environs de Neuchâtel, et M. Étallon signale la *Terebratula coarctata* dans le terrain corallien des environs de Gray. La présence de ces deux espèces dans le cornbrash des environs de Besançon ne doit donc pas nous étonner ; bien plus, ce terrain étant, si je puis m'exprimer ainsi, leur niveau moyen, pourrait, d'une manière générale, les réclamer comme formant partie essentielle de sa faune.

M. Cotteau présente la communication suivante :

En nous rendant à la réunion de Besançon nous avions surtout pour but d'étudier le coral-rag au point de vue stratigraphique et paléontologique. Nous voulions voir par nous-même comment ce puissant dépôt dont nous avons fait, dans l'Yonne, une étude toute particulière, se comportait dans cette partie du Jura, et comment y était représenté le coral-rag inférieur des environs de Châtel-Censoir et de Coulanges-sur-Yonne. Les ouvrages que nous

avions lus, les fossiles qu'à plusieurs reprises nous avions reçus de la Haute-Saône et du Jura, nous faisaient présumer que nous retrouverions à Besançon l'équivalent de nos couches de Châtel-Censoir. Dans la course d'aujourd'hui nos espérances ont été pleinement confirmées, et aucun doute ne nous reste sur le synchronisme et la correspondance du coral-rag inférieur de l'Yonne avec celui des environs de Besançon. Entre nos assises et celles que nous avons vues, l'identité est presque complète ; comme aux environs de Châtel-Censoir la base est occupée par des calcaires plus ou moins marneux, remplis de rognons calcaréo-siliceux et caractérisés à leur partie supérieure par les *Collyrites bicordata* et *Terebratula insignis*. Les couches qui viennent au-dessus se divisent en trois zones assez distinctes : la première renferme un grand nombre d'Échinides, les *Cidaris florigemma*, *Blumenbachii*, *cervicalis*, etc., l'*Hemicidaris crenularis*, le *Glypticus hieroglyphicus*, le *Pseudodiadema subangulare*, le *Stomechinus lineatus*, le *Pygaster umbrella*, etc., etc., et correspond, sans aucun doute, à nos bancs à Échinides de Châtel-Censoir et de Drayes. — La seconde abonde surtout en énormes polypiers; la plupart de leurs espèces se retrouvent dans nos roches de Merry-sur-Yonne, de Mailly-le-Château et de la montagne des Alouettes. — La troisième zone est caractérisée par un grand nombre de Nérinées, de Dicérates et d'autres fossiles souvent brisés et roulés. C'est un calcaire granuleux, oolitique, grossièrement stratifié, et qui rappelle à s'y méprendre les calcaires blancs de Coulanges-sur-Yonne. Dans la contrée que nous venons de parcourir, ces trois zones paraissent nettement tranchées ; M. Étallon qui les a observées sur beaucoup d'autres points du Jura a publié la faune spéciale à chacune d'elles, et, suivant lui, un très petit nombre d'espèces leur sont communes (1). Dans l'Yonne ces divisions existent également, mais elles sont moins accusées, et le nombre des espèces communes est plus considérable.

Là s'arrête aux environs de Besançon l'étage corallien. Les couches qui se développent ensuite ont été désignées sous les noms de calcaire à Astartes, de terrain séquanien, de groupe de Besançon, et tout récemment M. Contejean, dans les environs de Montbéliard, les a rattachées au système kimméridien; ce sont, à la base, des marnes sableuses alternant avec des calcaires compactes et schistoïdes que caractérisent de nombreuses empreintes d'*Astarte mi-*

(1) Étallon, *Paléontostatique du Jura* (*Actes de la Soc. jurassienne d'émulation de Porrentruy*, p. 170, 1860).

nima, et, au-dessus, des calcaires blanchâtres et rosés, oolitiques, quelquefois subcrayeux.

Nous ne trouvons dans l'Yonne d'équivalent à ce dépôt que les *calcaires marneux* et *compactes* de Vermenton, de Cravant et de Tanlay, et les couches *oolitiques* et *subcrayeuses* de Bailly, de Courson et de Tonnerre. On arrive alors à cette conséquence que cette puissante formation qu'on a longtemps considérée dans l'Yonne comme appartenant à l'Oxford-clay supérieur et au coral-rag proprement dit, serait, dans nos contrées, le représentant des calcaires à Astartes ou terrain séquanien du Jura. Nous nous bornons aujourd'hui à indiquer ce rapprochement, mais nous ne doutons pas que plus tard de nouvelles observations ne viennent en démontrer l'exactitude.

Séance du 11 septembre.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Vézian, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente; la rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. Vézian annonce que la course de Beurre n'ayant pu avoir lieu à cause du mauvais temps, la Société a employé une partie de la journée à la visite du Musée d'histoire naturelle dépendant de la Faculté des sciences.

M. J. Martin présente la communication suivante :

A l'arrivée de la Société géologique à Besançon, on prétendait dans le pays que le calcaire à Gryphées arquées reposait directement sur les marnes irisées, sans intercalation de dépôts infraliasiques d'aucune sorte, ni de grès fossilifères.

Cette constitution stratigraphique me parut si anormale, que je résolus de chercher à en vérifier l'exactitude.

Dès notre première course à Morre, je pus me livrer à cette investigation. Les conditions étaient peu favorables, il est vrai, car le sol recouvert partout de récoltes et de prairies, sans tranchées, ni excavations d'aucune sorte, ne présentait aucun affleurement distinct des strates qu'il s'agissait de vérifier.

Cependant, lorsque notre savant collègue M. Lory, sous direction duquel nous étions placés, nous eut signalé, au sortir du

village de Morre, la présence du lias, je ne tardai pas à reconnaître, sur le côté gauche de la route, à travers les gazons qui recouvraient le talus, quelques pointements de roches qui me parurent en place et dans lesquelles je trouvai de nombreuses Gryphées arquées. Je vis aussi sur un petit espace, un banc inférieur, beaucoup moins riche en Gryphées, parsemé de nombreux débris du *Pentacrinus tuberculatus* qui me parut être quelque chose d'analogue à la base du calcaire à Gryphées de la Bourgogne; mais ce fut là tout ce que je pus voir à ce moment. Mes compagnons d'exploration étaient loin déjà; je dus les rejoindre.

Lorsque nous eûmes traversé les dépôts liasiques dans toutes leurs parties et que nous fûmes arrivés au lieu dit le *Trou-au-Loup*, dans l'oolite inférieure, je pensai que nous n'aurions peut-être pas dans la journée l'occasion de retrouver les moyens d'élucider la question qui me préoccupait et je proposai à deux de mes collègues, MM. Collenot et Bochard, de revenir sur nos pas et de chercher avec moi. Cette proposition acceptée, nous revînmes au lieu où j'avais déjà fouillé, et presque aussitôt M. le docteur Bochard retirait des marnes du talus un bloc gréseux, qu'à sa teinte roussâtre et à son aspect particulier, nous reconnûmes tout de suite pour être le grès infra-liasique qui, en Bourgogne, est quelquefois si riche en fossiles.

En le cassant, nous mîmes en effet à découvert une masse de petites bivalves peu déterminables spécifiquement, mais parmi lesquelles il me fut facile de distinguer les *Cardium cloacinum*, Quenst., et *C. rhœticum*, Mérian, si abondamment répandus partout dans la zone à *Avicula contorta*. Il y avait aussi un certain nombre de *Pullastra* ou de *Venerupis* qui me paraissent indéterminées.

Ce bloc de grès, bien que ramassé dans le talus, au-dessous des bancs inférieurs du calcaire à Gryphées et presque en contact avec eux, n'adhérait cependant pas à l'assise dont il dépendait, et, malgré tous nos efforts, il nous fut impossible de retrouver exactement la place qu'il avait occupée dans la série infra-liasique. Néanmoins, un cantonnier, nous affirma, que ce banc de grès existait partout en ce point au niveau de la route, et que l'on en avait extrait une certaine quantité lors du tracé de cette voie. Comme confirmation du fait avancé par cet ouvrier, j'aperçus alors, un peu plus loin, toujours au même niveau, la tranche d'un autre bloc, comme le premier, fossilifère, et contenant les mêmes espèces, mais toujours en aussi mauvais état.

A partir de ce moment, je fus convaincu de l'existence, à ce niveau, des grès de la zone à *Avicula contorta*, que je me pro-

posai d'étudier plus en détail sur d'autres points, pendant la durée de la session extraordinaire de la Société géologique à Besançon.

Malheureusement aujourd'hui, le temps ne m'a pas permis de continuer ces recherches, et, comme il se pourrait que je n'eusse pas les moyens de les renouveler, je me décide à livrer telle quelle la découverte dont il s'agit, persuadé que nos collègues de Besançon sauront en tirer profit et faire le reste.

M. Cotteau rappelle qu'il y a trente-quatre ans, M. Thirria a signalé l'existence de l'infra-lias dans la Haute-Saône et a même indiqué sa présence dans le Doubs.

M. Michelin se souvient d'avoir observé, par suite de l'indication de M. l'ingénieur Lacordaire, lors du creusement du canal de Bourgogne, à la base du lias, un calcaire gris de fumée avec *Avicula contorta*, donnant lieu, sous le coup du marteau, à un dégagement gazeux.

M. Renevier a été frappé de la grande analogie d'aspect qu'il existe entre le grès infra-liasique trouvé à Morre par M. J. Martin et le grès infra-liasique qui accompagne le *bone-bed* dans le Wurtemberg et qui correspond, comme l'a bien montré M. Oppel, aux *Kossnerschichten* d'Autriche. Dans les Alpes, leur aspect est bien différent. M. Renevier a constaté dernièrement ces mêmes couches caractérisées par l'*Avicula contorta* dans les environs de Villeneuve, au bord du lac Léman (voir *Bull. Soc. vaudoise des sciences naturelles*, vol. VI, p. 159). Cet horizon géologique est représenté, comme au bord du lac de Côme, par des marnes schisteuses noires.

Une discussion s'établit au sujet de la composition pétrologique de la zone à *Gryphæa cymbium*. D'après M. Eug. Deslongchamps, cette zone serait constamment calcaire et donnerait lieu à une corniche dans les escarpements liasiques.

M. Collenot appuie l'opinion de M. Eug. Deslongchamps, et prétend que la décomposition facile de ce calcaire a seule empêché de l'observer dans certaines contrées.

M. Rollet nie que la zone à *Gryphæa cymbium* se présente sous cette forme dans le Jura bisontin.

M. Lory pense que la corniche dont on vient de parler est formée dans ce pays par les schistes bitumineux.

M. l'abbé Soulier présente à la Société une carte géologique

et hydrographique du canton de Dieu-le-fit et fait les communications suivantes :

Note sur la Carte géologique et hydrographique du canton de Dieu-le-fit (Drôme); par A. Soulier, curé de Vesc (Drôme).

J'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de la Société la carte géologique et hydrographique de la commune de Dieu-le-fit et celle de tout le canton, commune par commune. J'ai réduit ces cartes prises sur les plans d'assemblage du cadastre, de 1 à 40 millièmes.

Après la carte générale du département de la Drôme, dressée par M. Lory, qui, le premier, a fait connaître la vraie classification des terrains de ce département, j'ai cru qu'il était à propos de dresser une carte de détail qui subdivisât cette classification, la fît connaître dans ses moindres détails, et portât l'attention du géologue sur tous les points.

Dans cette carte je fais donc connaître : 1° les lieux où l'on trouve des fossiles; 2° les divers gisements qui peuvent servir à l'industrie, 3° les pierres de taille et de chaux, en les classant selon leur valeur; 4° les diverses mines de couleurs, etc.; 5° les grottes; 6° les lignites, etc.; 7° les eaux minérales; 8° les fontaines qui sortent naturellement de la terre, en indiquant la marche des cours d'eau, les crêtes de partage, les bassins et les versants.

Je me suis appliqué à tracer tous les cours d'eau et les divers ravins qui les alimentent, et je marque par le moyen de flèches la direction et l'inclinaison des strates ou couches des divers terrains par où ils passent. Si, d'un côté, l'on connaît parfaitement les lois qui président à la marche des cours d'eau, et, d'un autre côté, la nature et la constitution géologique des divers terrains, on peut en faire l'application aux cours d'eau souterrains. Car les cours d'eau se forment et marchent sous terre de la même manière qu'à la surface du sol. Connaissant ces lois et la nature des terrains, le géologue peut donner aux propriétaires des conseils pour avoir de l'eau à leur usage, et désigner les points où l'on fera avec avantage des fouilles pour l'arrosage des terres.

Découverte d'une fontaine ardente dans le canton du Buis-les-Baronnies (département de la Drôme); par A. Soulier.

Dans une excursion géologique que j'ai faite au mois de juillet dernier, dans le canton du Buis-les-Baronnies, j'ai eu le bonheur de rencontrer une fontaine qui est à la fois *sulfureuse, gazeuse* et *thermale.*

Le propriétaire, après la découverte de cette fontaine, a voulu faire des fouilles qui n'ont pas été bien conduites, et il a détruit en partie le phénomène que j'avais observé. L'eau est salée et très purgative. Les fouilles n'ont pas augmenté considérablement le volume d'eau qui existait, mais elles ont mis à découvert le gaz inflammable qui sort par une fente verticale des marnes jurassiques.

Cette émanation de gaz est située dans la vallée de Propiac au Buis, à 3 kilomètres de distance de cette dernière ville, près du domaine de Proyas, quartier des Jonchiers. Il serait à désirer que l'on fît une étude sur la nature de ce gaz. Je suis persuadé que si l'on explorait avec soin les lieux que je viens d'indiquer, on trouverait très certainement des émanations très considérables de gaz inflammable semblable à celui dont je viens de faire connaître le gisement.

C'est pour engager les membres de la Société géologique de France à venir visiter notre département, que j'ai cru devoir faire connaître un phénomène inconnu jusqu'à ce jour, et qui m'a paru très extraordinaire.

Séance du 12 septembre.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

La Société se réunit à l'hôtel de ville de Gray, à huit heures du soir. Un grand nombre de personnes de la ville assistent à cette séance.

M. Perron, secrétaire, rend compte de la course de la journée.

Course du 12 septembre, à Chargey-les-Gray.

Partie de Gray à onze heures du matin, la Société s'est rendue directement au village de Chargey-les-Gray, par la route de Langres.

A la sortie de ce village, à gauche de la route, la Société a rencontré une carrière qui présente une coupe complète des calcaires inférieurs de l'étage kimméridien.

On sait que ces calcaires ont été considérés comme portlandiens par M. Thirria (*Statistique géologique de la Haute-Saône*, 1833). La place qu'il convient de leur assigner dans la série des assises du terrain jurassique supérieur a été l'objet d'une utile discussion entre MM. E. Royer et J. Marcou, discussion commencée en 1845 et 1846 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e *sér.*, t. II, p. 712, et t. IV, p. 121), et continuée entre ces deux géologues de 1856 à 1860 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e *série*, t. XIII, p. 31; *Lettres sur les roches du Jura*, par J. Marcou, 1860, 2e *livraison*, p. 157).

La carrière de Chargey offre la coupe suivante :

A la base, calcaire compacte, jaunâtre, en bancs minces, stériles, que les géologues de la localité considèrent comme la partie supérieure du groupe des *calcaires à Astartes* ou *étage séquanien*.	
Calcaire compacte, divisé en trois bancs, séparés entre eux par de minces lits de marne, avec fragments de *Pinnigena Saussure?* formant ensemble une épaisseur de.	1 m.
Marne grise, stérile.	0,08
Calcaire compacte, avec grosses Pholadomyes, Nérinées et Ptérocères, renfermant des parties lumachelliques formées de débris de fossiles triturés et indéterminables.	0,35
Calcaire marneux se divisant en plusieurs bancs, dont la stratification est peu distincte, avec *Lavignon rugosa*, *Panopea*, etc.	1,80
Calcaire marno-compacte formant cinq bancs épais de 0m,60 à à 1m,50 avec *Nerinea Gosæ*, *Ceromya excentrica*, *Terebratula subsella*, etc.	4,90
Calcaire marno-compacte, avec *Nerinea Gosæ*, *Cyprina cornuta*, alternant avec des couches de marne grise stérile. . .	3,50
A la surface, traces d'une couche marneuse avec quelques *Ostrea virgula* et *O. spiralis*.	
Épaisseur totale. . . .	11,63

Les calcaires sont de couleur gris jaunâtre; leur texture est peu homogène; généralement le même banc est composé de parties plus ou moins tendres, à cassure terreuse, et de parties compactes, dures, à cassure vive.

Les membres de la Société ont recueilli dans les débris de cette carrière les fossiles suivants :

Une dent de *Machimosaurus Hugii*, H. de M.
Ammonites.
Nerinea Gosæ, Rœm.
— *suprajurensis*, Voltz.
Natica.
Pterocera Thirriæ, Contej. (*P. Oceani*, auct.).
Pholadomya Protei, Defr.
— *hortulana?* d'Orb.
Ceromya excentrica, Agass.
Ceromya obovata, d'Orb.
Thracia suprajurensis, d'Orb. (*Corimya Studeri*, Ag.).
Cyprina cornuta, d'Orb.
Mytilus subæquiplicatus, Goldf.
— *jurensis*, Rœm.
Arca nobilis, Contej.
Anatina helvetica, d'Orb.
Pinnigena.
Ostrea solitaria, Sow.
Terebratula subsella, Leym.

La Société a visité ensuite d'autres carrières, situées à droite de la route, composées des mêmes bancs que ceux de la carrière précédente, renfermant les mêmes fossiles et recouverts, d'une manière plus évidente, par la marne à *Ostrea virgula*.

Revenus sur leurs pas par la même route, les membres de la Société ont été conduits, sur le territoire d'Arc-les-Gray, dans une excavation résultant de l'enlèvement de remblais employés à la construction du chemin de fer à côté duquel elle se trouve.

A la base, on a reconnu les derniers bancs calcaires des carrières de Chargey, recouverts par la couche marneuse à *Ostrea virgula*, qui a ici toute son épaisseur. La marne est de couleur brune, légèrement schisteuse lorsqu'elle est récemment découverte. L'*Ostrea virgula* y est très abondante.

Les membres de la Société y ont recueilli un grand nombre de fossiles, parmi lesquels on peut citer les espèces suivantes :

Rostellaria Wagneri, Th.
Pterocera Ponti, de la B.
Natica hemispherica, d'Orb.
— *dubia*, Rœm.
Panopea.
Ceromya obovata, d'Orb.
Lavignon rugosa, id.
Cardium Bannesianum, Th.
Cardium pseudo-axinus, Th.
— *suprajurense*, Contej.
Nucula Menkii, Rœm.
Pecten suprajurensis, Buv.
— *lamellosus?* Sow.
Spondylus (*Hinnites*, d'Orb.) *inæquistriatus*, Voltz.
Ostrea virgula, d'Orb.

Ostrea spiralis, Goldf. (*O. Bruntrutana*, Th.).
Terebratula subsella, Leym.
Rabdocidaris Orbignyana, Des.
Acrosalenia decorata, Wrigt.
Pygurus Blumenbachi, Ag.
Goniolina micraster, Buv.

La puissance de cette assise, dont les affleurements supérieurs sont visibles dans les fossés de la route qui surmonte l'excavation, est d'environ 12 mètres.

Immédiatement au-dessus, au niveau de la route, les membres de la Société ont visité une carrière ouverte pour l'exploitation des calcaires qui reposent sur la marne précédente.

Ces calcaires sont de couleur blanchâtre, compactes, à cassures conchoïdales, divisés en un grand nombre de bancs minces, fissurés dans le sens perpendiculaire, les fissures remplies en partie par de la chaux carbonatée déposée par les eaux infiltrantes, blanche et tachant les doigts.

Leur épaisseur est d'environ 10 mètres.

Les principaux fossiles sont :

Chemnitzia Danae, d'Orb.
— *Delia*, d'Orb.
Rostellaria angulicosta, Buv.
Pterocera musca, Desl.
Pholadomya acuticostata, Sow.
— *hortulana*, d'Orb. (variété de taille moindre que celle du *Ph. hortulana* des calcaires de Chargey).
Anatina caudata, Contej.
Astarte monsbeliardensis, Contej.
— *cingulata*, Contej.
Lucina substriata, Rœm.
— *plebeia*, Contej.
Cyprina lineata, Contej.
Cardium orthogonale, Buv.
Trigonia suprajurensis, Agass.
— *truncata*, Agass.
— *muricata*, Agass.
Pinna socialis, d'Orb.

L'*Ostrea virgula*, très abondante dans l'assise marneuse inférieure, qui reparaîtra plus abondante encore dans l'assise marneuse supérieure, est très rare dans ces calcaires.

La plupart des fossiles mentionnés ci-dessus ont été recueillis par les membres de la Société, ainsi qu'une Ammonite qui paraît inédite.

Dans une autre carrière superposée à la précédente, la Société a pu voir la coupe suivante, de bas en haut :

1° Calcaire compacte, avec quelques oolites miliaires, jaunâtre, stérile. 0m,90
2° Calcaire compacte, jaunâtre, contenant des débris de polypiers, des tiges d'Encrines et une grande Huître plane. . . 0m,70

M. Perron a recueilli à ce niveau :

1 vertèbre de Plésiosaure.
Nerinea styloidea, Contej.
Pleurotomaria Phædra, d'Orb.
Lima spectabilis, Contej.
— *densepunctata*, Rœm.
— *Magdalena*, Buv.?
Arcomya robusta, Agass.
Rhynchonella (nov. spec.).
Terebratula.
Cidaris.
Phytogira Fromenteli, Et.

Et un assez grand nombre d'autres polypiers dont M. de Fromentel publie la description dans les *Mémoires de la Soc. d'émulation du Doubs*.

3° Calcaire marneux avec *Ostrea virgula*.

L'ensemble de la coupe, comprenant la chambre d'emprunt du chemin de fer et les deux carrières superposées, est d'environ 26 mètres.

De là, la Société est revenue au village d'Arc-les-Gray, où ses membres ont pu voir, dans la carrière dite *des Maisonnettes*, la partie supérieure de l'étage kimméridien représentée par des calcaires marneux à *Ostrea virgula*, passant insensiblement de bas en haut à une marne brun jaunâtre qui renferme ce fossile en prodigieuse quantité.

Il est facile de reconnaître que le calcaire marneux qui forme la base de la carrière est le même que celui qui occupe la partie supérieure de la coupe précédente.

L'assise marneuse de la carrière des Maisonnettes renferme de fréquentes géodes tapissées de cristaux de chaux carbonatée. Les fossiles les plus fréquents sont :

Ammonites Lallierianus, d'Orb.
— *longispinus*, d'Orb.
— *Eudoxus*, d'Orb.
Pleurotomaria Bourgueti, Th.
Natica turbiniformis? Rœm.
Arca (*Cucullea*, Rœm.) *longirostris*, d'Orb.
— (*cucullea*, Rœm.) *texta*, d'Orb.
Mytilus longævus, Contej.
Pecten suprajurensis, Buv.
Pecten Flamandi, Contej.
Lavignon rugosa, d'Orb.
Pholadomya acuticostata, Sow. (Cette espèce se trouve seulement dans les bancs inférieurs).
Panopea Aldouini, d'Orb.
Ostrea virgula, d'Orb.
Terebratula subsella, Leym.
Aptychus Flamandi, Contej.

Les membres de la Société ont recueilli sur place une partie

des espèces ci-dessus, qui toutes ont été récoltées précédemment par M. Perron dans cette carrière.

La carrière, dite des *Grandes-Vignes*, ouverte dans le même coteau, à un niveau supérieur à l'assise marneuse, a offert aux membres de la Société les premiers bancs des calcaires jurassiques supérieurs, considérés jusqu'à présent comme l'équivalent des roches de *Portland*, et généralement désignés sous le nom de *calcaires portlandiens*.

La superposition de ces calcaires à la marne kimméridienne à *Ostrea virgula* est évidente.

Je dois faire remarquer à la Société qu'elle a vu, dans cette journée, la série non interrompue des diverses couches qui constituent l'ensemble de l'étage kimméridien. Ces couches sont réparties dans quatre subdivisions naturelles aussi nettement séparées les unes des autres par leurs caractères lithologiques que par leurs faunes particulières.

Ces subdivisions sont, de bas en haut :

1° Les *calcaires de Chargey* caractérisés par les *Nerinea Gosæ*, *N. suprajurensis*, et *Cyprina cornuta*, fossiles à forme bien déterminée qui apparaissent à ce niveau et disparaissent définitivement à partir des premières assises marneuses à *Ostrea virgula*.

2° La *marne inférieure ;* première apparition de l'*Ostrea virgula*, caractérisée par les *Pterocera Ponti*, *Rostellaria Wagneri* et *Rabdocidaris Orbignyana*.

3° Les *calcaires blancs moyens*, caractérisés par la *Pholadomya acuticostata*, fossile de forme spéciale, inconnu dans la partie inférieure de l'étage et qui disparaît lorsque l'*Ostrea virgula* redevient abondante.

4° La *marne supérieure ;* seconde apparition de l'*Ostrea virgula ;* caractérisée par les *Ammonites Lallierianus* et *longispinus*.

En ne tenant pas compte des espèces à forme vague et sans caractères saillants, dont la détermination est toujours incertaine, on arrive à ce résultat remarquable : que, dans la Haute-Saône, les fossiles des quatre subdivisions de l'étage kimméridien renferment des faunes presque entièrement distinctes. L'*Ostrea virgula*, seule, est très abondante dans deux subdivisions non contiguës, en présentant quelques rares in-

dividus dans la subdivision intermédiaire. Cette répartition limitée des fossiles de l'étage entre les différents groupes qui le composent, est tout à fait opposée à celle observée, dans les environs de Montbéliard, par M. Contejean (1), qui signale au contraire le plus grand nombre des fossiles kimméridiens comme passant d'une division à une autre, et quelques-uns comme étant communs à la plupart des divisions établies par lui dans cet étage.

La Société a vu, dans la carrière des Grandes-Vignes, une série de bancs bien stratifiés de calcaire gris jaunâtre, compacte, lithographique, à cassure vive, esquilleuse, dont l'épaisseur varie de 5 à 10 centimètres, qui deviennent tubuleux à la partie supérieure. Au milieu de la hauteur, on remarque entre deux bancs une couche lumachellique, épaisse de 8 à 10 centimètres, composée exclusivement de valves d'*Ostrea virgula*, de taille égale et très petite, qui vraisemblablement ont été entraînées du rivage kimméridien déjà émergé et intercalées dans le dépôt portlandien.

Les fossiles sont excessivement rares dans ces calcaires; la riche faune du kimméridien a disparu. Dans mes nombreuses visites à cette carrière, je n'ai récolté qu'un *Ammonites rotundus*, Sow., une *Pinna* et une *Trigonia* de grande taille.

Les calcaires portlandiens inférieurs ont une puissance d'environ 13 mètres.

De retour à Gray, une partie de la Société s'est rendue dans les *Vieilles-Carrières*, sous la caserne, tandis que les autres membres visitaient les collections de MM. Étallon et Perron et le Musée municipal.

Ceux d'entre eux qui ont visité les Vieilles-Carrières y ont retrouvé à la base les calcaires compactes de la carrière des Grandes-Vignes, surmontés par des calcaires perforés à *Hemicidaris purbeckensis* et *Stylina intricata*.

M. Cotteau et quelques membres se sont rendus à la *Carrière-Cornet*, où ils ont reconnu à la partie supérieure des calcaires perforés l'existence d'une couche marneuse, qui renferme

---

(1) Étude de l'étage kimméridien dans les environs de Montbéliard.

en assez grande abondance cinq ou six espèces d'échinodermes, parmi lesquels le *Pygurus Royerianus*, Cott., paraît la seule espèce décrite.

Après ce compte rendu de la journée, je dois faire connaître sommairement les motifs qui, suivant moi, ne permettent pas de comprendre les *calcaires à Astartes* dans l'état kimméridien. Cette partie de la formation jurassique me paraît un ensemble au moins aussi important que chacun des étages corallien et kimméridien entre lesquels il se trouve placé et auxquels on a essayé alternativement de le rattacher. J'espère démontrer prochainement que la faune de ce groupe, bien qu'assez pauvre, est tout à fait spéciale, et je propose de le désigner sous le nom de groupe ou étage *séquanien*, que M. J. Marcou lui avait d'abord donné, et qu'il a abandonné ensuite pour lui substituer celui de *groupe de Besançon*.

La division en trois étages : séquanien, kimméridien et portlandien, de la partie supérieure de la formation jurassique comprendrait l'ensemble des sous-groupes que Thurmann a réunis sous le nom de groupe portlandien, subdivisé en *astartien*, *ptérocérien* et *virgulien*.

A la suite de ce compte rendu, M. Renevier présente les remarques suivantes :

Il règne encore une grande confusion parmi les géologues relativement au terme de portlandien. Thurmann a contribué à cette confusion, par l'emploi qu'il fit de ce mot d'origine anglaise ; et, comme Thurmann était considéré à juste titre comme un géologue de grand mérite, beaucoup de géologues jurassiens conservent malheureusement à ce terme la signification erronée qu'il lui a attribuée.

Thurmann divisait d'abord le groupe jurassique supérieur des environs de Porrentruy en trois étages, *séquanien*, *kimmérigien* et *portlandien*, et considérait les deux derniers comme les équivalents des étages anglais de mêmes noms. Plus tard, il substitua à ces trois noms ceux d'*astartien*, *ptérocérien* et *virgulien*, réservant le nom de *portlandien* pour désigner le groupe tout entier. C'est cette dernière acception du terme

portlandien qui a surtout prévalu dans le Jura suisse. Or, l'une et l'autre acception sont également fautives, car les couches anglaises, désignées d'abord sous le nom de *portlandien*, sont toutes supérieures au niveau de l'*Ostrea virgula*, lequel appartient au kimmérigien. M. Contejean a donc eu parfaitement raison d'employer le terme d'*étage kimméridien* pour désigner l'ensemble des trois sous-étages *astartien*, *ptérocérien* et *virgulien*. Il se trouve en cela parfaitement d'accord avec les paléontologistes du sud-ouest de la Suisse, qui protestent depuis si longtemps contre la fausse application du nom de *portlandien*. Mais si, à Porrentruy, la série jurassique supérieure n'est pas complète, il n'en est pas de même à Gray où nous avons vu un étage essentiellement différent reposer sur le *virgulien*, et renfermer quelques-uns des fossiles caractéristiques du portland anglais, entre autres la *Trigonia gibbosa*. Les environs de Gray nous offrent donc, à n'en pas douter, le véritable étage portlandien, qui, lorsqu'il se trouvera plus complétement connu, se trouvera probablement tout aussi important que l'étage kimmérigien sur lequel il repose.

M. Étallon appelle l'attention de la Société sur un fossile caractéristique des couches de Portland, la *Trigonia gibbosa*, Sow.; cette espèce habite tout le portlandien des environs de Gray, où elle est cependant plus abondante à la base; mais elle se retrouve aussi dans les marnes virguliennes supérieures à Douhans, avec une faune tout à fait identique avec celle des Dourbais, près d'Audincourt, dans les dernières assises kimméridiennes signalées par M. Contejean. Cette espèce serait donc une preuve à l'appui de l'opinion de M. Marcou qui place les marnes dans l'étage suivant, dont les éloignent beaucoup d'autres espèces, et surtout l'*Ostrea virgula* qui cesse à faible distance de ce niveau. M. Étallon a dû rejeter l'emploi du mot portlandien, pour désigner, dans des contrées rapprochées, des assises différentes; le portlandien de Gray n'existe pas à Porrentruy et à Montbéliard, ou du moins il n'y est pas reconnaissable. Les assises les plus supérieures dans ces deux localités sont formées de calcaires blancs qui ont reçu de Thurmann le nom de virgulien. Cette dernière expression, suivant M. Étallon, a été agrandie outre mesure, dans ces derniers temps, dans un

grand nombre de publications sur le Jura, par MM. Desor, Gresly, etc., qui y ont fait entrer tout le portlandien des environs de Gray, ou du moins son analogue dans les hautes régions du Jura.

Séance du 14 septembre.

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

M. Vézian, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance; la rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Est présenté pour être membre de la Société :

M. Paquerée, à Castillon-sur-Dordogne (Gironde), présenté par MM. Michelin et de Fromentel.

M. Vézian rend compte de l'excursion du 12 septembre :

Course du 12 septembre, à Tarcenay.

En sortant de Beurre, la Société s'est dirigée vers la cascade du Bout-du-Monde et a pu observer, le long du chemin qui y conduit, la superposition du terrain corallien au terrain oxfordien. On voit d'abord un calcaire marneux, grisâtre, en couches minces, offrant une tendance à se déliter tantôt en boules, tantôt en plaques schistoïdes ; dans la partie supérieure, le centre des blocs arrondis est toujours plus ou moins siliceux. Cette assise constitue le terrain à chailles; sa puissance est d'environ 20 mètres.

Au-dessus se présente un ensemble ayant plus de 30 mètres de puissance et constitué par un calcaire dont les caractères varient beaucoup; ces variations peuvent être employées pour établir des assises nettement distinctes au point de vue pétrographique, parce qu'elles n'ont pas lieu dans le sens vertical. Ce calcaire est généralement compacte, saccharoïde par places ; tantôt il passe à une oolite à gros grains, tantôt il devient une véritable lumachelle, consistant en débris d'Entroques, d'Encrines, de polypiers, de Nérinées, d'*Ostrea*, etc. Il est tellement fracturé que sur certains points il ressemble à une brèche;

sa stratification, surtout dans la partie supérieure, est confuse. Sa nuance est d'un gris plus ou moins blanchâtre.

Il renferme de nombreux polypiers qui, quelquefois, constituent toute la masse de la roche. A la partie inférieure, ce sont des *Thamnastrea fasciculata*, E. de From., un peu plus haut, des *Microsolena tenuistriata*, E. de From., et enfin, dans la partie supérieure, au niveau des *Diceras* et des Nérinées, des *Aplosmilia elegans*, E. de From., *Thamnastrea dendroidea*, Lamouroux, et des *Otylohœlia mamillata*, E. de From., avec *Heteropora capilliformis*, Haime, et *Pygurus Blumenbachii*.

En arrivant à la hauteur de la cascade, on voit les couches du terrain corallien qui avaient une inclinaison de 15° se renverser sur elles-mêmes et former un V dont les branches, à quelque distance de là, dans le bois de Peux, comprennent les marnes à Astartes. Les eaux de la cascade coulent sur la partie des couches renversées. Ce ploiement des strates coralliennes s'observe sur le bord d'une faille qui les met en contact avec le keuper.

En partant de la cascade et en suivant le chemin qui conduit à Fontain, on gravit un abrupt qui traverse les marnes irisées avec gypse exploité sur ce point, puis les assises du lias débutant par un calcaire gréseux avec *Cardinia*, et, au-dessus de cet ensemble, un crêt appartenant à l'oolite inférieure dont les premières couches sont pétries de *Pecten personatus*.

La réunion, au lieu de continuer à se diriger sur Fontain, a obliqué vers la droite en suivant, au pied du crêt oolitique, les prairies établies sur les marnes du lias, jusqu'à ce qu'elle eut atteint le village de Pugey, situé au milieu de la combe liasique que la Société avait déjà traversée lors de sa première excursion. On est sorti de cette combe en passant à travers un défilé qui présente à droite et à gauche les couches de l'oolite inférieure assez fortement inclinées.

La route de Pugey à Merey-sous-Montrond est constamment tracée sur le cornbrash, ou, lorsque celui-ci n'existe pas, sur le forest-marble; la distance qui sépare ces deux villages n'ayant présenté à la Société aucun fait intéressant à observer, cette distance a été rapidement parcourue.

On a laissé à droite le village de Montrond dont le château est bâti sur une butte formée par le terrain oxfordien disposé en couches horizontales. Ce même terrain constitue la butte qui s'élève derrière Merey ; il s'y montre également en bancs horizontaux qui sont la continuation de ceux qui supportent le château de Montrond ; la partie comprise entre ces deux villages a disparu par suite d'une dénudation que l'aspect de la contrée rend évidente.

A Merey-sous-Montrond, le terrain oxfordien présente de bas en haut :

1° Des marnes bleuâtres, exploitées pour la tuilerie ; tous les fossiles contenus dans cette marne sont à l'état de pyrite ou de fer hydraté ;

2° Des marnes grises, dont les fossiles sont à l'état calcaire ;

3° Alternance de minces couches calcaires et de marnes d'un gris jaunâtre, avec Pholadomyes.

Les mêmes assises ont été observées à Tarcenay et on a pu reconnaître dans cette localité le contact du terrain oxfordien avec le cornbrash, caractérisé par les fossiles qu'il renferme aux environs de Besançon.

La faune de l'assise inférieure, soit à Merey-sous-Montrond, soit à Tarcenay, se compose surtout d'Ammonites nombreuses en individus et en espèces ; ce sont :

Ammonites Erato, d'Orb.
— *Henrici*, d'Orb.
— *arduennensis*, d'Orb.
— *crenatus*, Brug.
— *biplex*, Sow.
— *Mariæ*, d'Orb.
Ammonites perarmatus, d'Orb.
— *tortisulcatus*, d'Orb.
— *Goliathus*. d'Orb.
— *lunula*, Zieten.
— *cordatus*, Sow.

Ces Ammonites sont accompagnées de *Belemnites hastatus*, Blainv., de gastéropodes de petite taille, des *Nucula musculosa*, Koch., et *Nucula subovalis*, Sow., du *Pentacrinus pentagonalis*, Gold., etc.

Dans l'assise supérieure, les Ammonites sont très rares, et il n'y a guère que l'*Ammonites cordatus* qui persiste. Les bivalves et surtout les Pholadomyes abondent ; ce sont .

Anatina undata, d'Orb.
Gresslya sulcosa, Ag.
Pholadomya pelagica, Ag.
— *cingulata*, Ag.
— *cardinoides*, Ag.
— *paucicosta*, Rœm.
— *lævinscula*, Ag.
— *carinata*, Goldf.
Pholadomya ampla, Ag.
— *exaltata*, Ag.
— *trapezina*, Buv.
Pecten inæquistriatus, Phill.
— *fibrosus*, Sow.
Ostrea dilatata, Desh.
Rhynchonella Thurmanni, Voltz.

L'assise moyenne offre des caractères paléontologiques intermédiaires entre ceux des deux autres assises.

L'heure avancée a contraint la Société à se rendre directement à Besançon. La route est d'abord tracée sur le cornbrash, puis successivement sur le terrain oxfordien et sur les terrains à chailles. Elle traverse ensuite le marais de Saône, renfermant de la tourbe exploitée. Les eaux de ce marais se perdent dans un de ces gouffres qui sont si nombreux sur les plateaux du Jura et qui y rendent impossible l'existence de cours d'eau d'une certaine importance.

M. Perron rend compte de l'excursion du 13 septembre :

Course du 13 septembre, à Mantoche.

La Société, partie de Gray à six heures du matin par le chemin de fer d'Auxonne, s'arrête à la station de Mantoche et se rend à la carrière connue sous le nom de *la Perrière* et située au sud de ce village.

La Perrière présente une belle coupe des calcaires portlandiens moyens dont quelques membres ont déjà vu, aux Vieilles-Carrières de Gray, les premières assises superposées aux calcaires inférieurs. Cette superposition ne peut être d'ailleurs l'objet d'aucun doute, car les excavations, faites en contrebas du sol de la carrière de Mantoche, retrouvent ces mêmes calcaires inférieurs, à partir desquels existe la série suivante :

1° Calcaire compacte, jaunâtre, criblé de perforations ou *tubulures* d'un diamètre plus ou moins grand ; quelques tubulures sensiblement verticales ont conservé la contre-empreinte de la *Stylina intricata*, de From., dont la dissolution paraît avoir été l'une des causes des perforations des calcaires. Les

radioles de l'*Hemicidaris purbeckensis* y sont abondantes. Les deux fossiles ci-dessus sont les plus caractéristiques; les autres sont : *Thamnastrea dumosa*, de From., plusieurs espèces de *Pleurosmilia*, *Pecten*, *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Pterocera Oceani*, de la Bèche. La stratification de ce calcaire est très confuse; sa puissance d'environ $5^m,50$.

2° Calcaire semblable au précédent, mais à stratification bien distincte, avec des parties assez considérables à texture saccharoïde, provenant du développement, dans le sens horizontal, de la *Thamnastrea portlandica*, de From.; puissance, $1^m,50$.

3° Calcaire de même nature et de même couleur que les précédents, également perforé, en bancs puissants et régulièrement stratifiés avec :

Ammonites gigas, Ziet.
Pteroceras Oceani, de la Bèche.
Nerinea cylindrica, Voltz.
— *Elea*, d'Orb.
Natica.
Ditremaria.
Mactra.
Mytilus portlandicus, d'Orb.
— *subpectinatus*, d'Orb.
Perna.
Avicula.

et plusieurs espèces de polypiers appartenant aux genres *Stylina*, *Isastrea* et *Latimeandra*. Ce calcaire a une puissance de 14 à 15 mètres.

De Mantoche, la Société s'est rendue à Germigney. Le temps lui a manqué pour voir en place la partie supérieure de l'étage portlandien comprenant la marne à *Pygurus Royerianus* et les calcaires marneux blancs à Nérinées; mais elle a pu voir ceux-ci servant, sur le chemin d'Apremont à Germigney, de matériaux d'empierrement, et contenant des fossiles mal conservés, mais assez abondants, parmi lesquels :

Ammonites Gravesianus, d'Orb.
Nerinea Erato, d'Orb.
— *grandis*, Voltz.
— *salinensis*, d'Orb.
Nerinea subpyramidalis, d'Orb. (non Munst.).
— *trinodosa*, Voltz.
Cardium Verioti, Buv.
Pinna barrensis, Buv.

Dans les environs de Gray, ces calcaires sont surmontés par une roche de couleur jaune ocreux, quelquefois rougeâtre, do-

lomitique, rubanée, tantôt à cassure vive, tantôt à structure scoriforme. Cette roche, dont l'épaisseur est d'environ 3 à 4 mètres, ne renferme aucun fossile ; on la désigne sous le nom de dolomie portlandienne.

C'est cette roche que la Société a reconnue dans une ancienne carrière située à un kilomètre au sud de Germigney, près du bois de *la Roture*, où elle est surmontée par un dépôt marneux appartenant à la période crétacée.

Celui-ci est ainsi constitué : immédiatement sur la dolomie repose une petite couche de marne jaunâtre, épaisse de 15 centimètres, ne paraissant renfermer aucun fossile (1). Au-dessus vient une couche de marne jaune rougeâtre, avec ognons de calcaire de même couleur, très fossilifère. Les membres de la Société y ont recueilli :

Ammonites radiatus ? Brug.
Pleurotomaria neocomensis, d'Or.
Pholadomya elongata, Munst.
Panopea neocomensis, d'Orb.
Venus Cottaldina, d'Orb.
Astarte Beaumonti, Leym.
Trigonia longa, Agass.
— *caudata*.
Pecten crassitesta, Rœm.
Hinnites Leymerii, Desh.
Janira atava, d'Orb.
Ostrea Boussingaulti, d'Orb.
— *Couloni*, d'Orb.
— *macroptera*, Sow.
Rhynchonella depressa, d'Orb.
Terebratula prælonga, d'Orb.
Holaster L'Hardii, Dub.
Echinobrissus Olfersii, Agass.
Syphosoma neocomense, Cott.
Echinospatagus granulosus, d'Orbigny.
Polycœlia gemmans, de From.
Siphonocœlia compressa, de From.
Actinofungia pediculata, de From.
Tromospongia bullata, de From.
Serpula heliciformis.
— *filiformis*.
Bryozoaires.

Cette couche, dont l'épaisseur est de 90 centimètres, est recouverte par une autre couche marneuse qui n'en diffère que par sa nuance grise, qui paraît renfermer les mêmes fossiles, mais où l'*Ostrea Couloni* est plus abondante.

Le sol cultivé recouvre cette dernière couche dont l'épaisseur est de $1^{m},20$.

On peut résumer ainsi l'étage portlandien dans les environs de Gray :

---

(1) Depuis la réunion de la Société, M. Perron a recueilli, dans cette couche, la *Rhynchonella depressa*.

1° Calcaires inférieurs : *Ammonites rotundus*.
2° Calcaires moyens : *Hemicidaris purbeckensis* et *Stylina intricata*, *Ammonites gigas*, *Nerinea Elea*.
3° Calcaires supérieurs ; *Pygurus Royerianus*, *Nerinea trinodosa* et *salinensis*.
4° Dolomie portlandienne.

J'appelle l'attention de la Société sur la présence incontestable de l'*Hemicidaris purbeckensis* dans les calcaires de Mantoche. Si je n'en conclus pas dès à présent, comme M. J. Marcou (1), que les calcaires de la Haute-Saône, désignés sous le nom de portlandiens, sont l'équivalent des couches de Purbeck, je pense néanmoins que le synchronisme des assises suprajurassiques de France et d'Angleterre n'est pas encore nettement établi, parce qu'on n'a pas entrepris des études comparatives encore assez approfondies sur les faunes des deux pays.

Je dois faire remarquer que les fossiles, rencontrés dans le dépôt infra-crétacé de Germigney, appartiennent presque tous au néocomien moyen, ce qui vient à l'appui de l'opinion émise par M. Lory, à savoir que le sol actuel de la Haute-Saône aurait été émergé pendant la période crétacée (2).

De retour à Besançon, la Société a pris part au banquet qui lui était offert par la Société d'émulation du Doubs. De nombreux toasts ont terminé le repas ; celui que M. Cotteau a porté à M. Michelin, en exprimant l'espoir de le voir encore présider les réunions extraordinaires de la Société, a été accueilli par les applaudissements de toute la réunion. M. Michelin s'est fait l'interprète de ses collègues en disant que les membres de la Société géologique conserveront le meilleur souvenir de la cordiale hospitalité qui leur était donnée par les membres de la Société d'émulation du Doubs.

Après le compte rendu de M. Perron, M. Sœmann fait observer que ce que M. Lory appelle terrain néocomien est le terrain néocomien inférieur de la presque totalité des auteurs. La découverte du grès d'Hettange et des couches fossilifères de la Bourgogne, qui leur sont inférieures, n'a

(1) *Sur le néocomien dans le Jura*, par J. Marcou, 1858.
(2) *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura*, par Ch. Lory ; *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs*, 3e série, 2e vol. 1857.

jamais fait renvoyer le calcaire à Gryphées arquées dans le lias moyen, et, dans l'état actuel de nos connaissances, il ne paraît même pas établi que le terrain *valenginien* présente la même importance, par rapport au terrain néocomien, que les assises de l'infra-lias. La Société a constaté la présence de trois assises différentes : un banc à *Ostrea Couloni* au-dessous, la couche à *Pholadomya elongata* et *Panopæa neocomiensis*, et, à la base, reposant immédiatement sur la dolomie portlandienne, un banc d'argiles sans fossiles. On ne peut dire que ce banc d'argiles représente le terrain valenginien ; mais on n'est guère plus autorisé à le nier, tant qu'on n'y aura pas trouvé de fossiles. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que l'argile en question occupe la place de l'étage valenginien.

M. Lory relit quelques passages de son *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura*, inséré dans les *Mémoires de la Société d'émulation*.

Relativement à l'observation de M. Perron, que l'étage *valenginien* manque complétement à Germigney, et que le *néocomien moyen* repose directement sur le portlandien, M. Renevier pense que si ce fait est général, comme il paraît, dans toutes les localités néocomiennes de cette contrée, il confirmerait l'hypothèse de la bifurcation du bassin méditerranéen en deux branches, l'une le bassin suisse, l'autre le bassin de la Saône. La mer aurait occupé le bassin suisse presque dès le commencement de l'ère crétacée, tandis qu'elle n'aurait envahi le bassin de la Saône qu'après le dépôt des couches valenginiennes et avant cependant celui des marnes d'Hauterive.

Quant aux couches du Purbeck du Jura, M. Renevier ne pense pas qu'on puisse dès maintenant les classer d'une manière absolue dans les terrains jurassiques. Les dépôts d'eau douce ne doivent être considérés que comme des accidents locaux, et ne peuvent par conséquent être classés directement dans l'échelle des terrains. Il faut, pour cela, connaître d'une manière certaine les dépôts marins qui leur sont synchroniques. Or, c'est ce qu'on ne connaît pas encore pour les dépôts du Purbeck. Il serait possible, par exemple, que ces couches d'eau douce se fussent formées dans le Jura pendant que se déposaient dans le midi de la France ces marnes à Ammonites pyri-

teuses qui sont à la base de toute la série néocomienne, au-dessous de la zone valenginienne, et qui manquent complétement dans le Jura aussi bien que dans tous les pays où le terrain du Purbeck est développé.

M. Cotteau appelle l'attention de la Société sur l'*Acrosalenia decorata* qui se montre pour la première fois dans le terrain kellowien, et persiste dans le terrain corallien inférieur ainsi que dans le terrain kimméridien proprement dit. Ce fossile a été recueilli, dans la course de Chargey, dans les marnes kimméridiennes inférieures.

Le secrétaire lit la lettre suivante de M. Parandier :

La Société a traversé hier, dans sa course sur le premier plateau de nos montagnes, plusieurs bassins fermés. Comme ces bassins ont provoqué son attention et quelques observations intéressantes, j'ai eu l'idée de lui offrir un exemplaire d'une carte que j'ai publiée en 1855, et où sont figurées les lignes de faîte séparatives des bassins *normaux* et des *bassins fermés*. J'offre en même temps à la Société une notice dont cette carte a déterminé la publication récente, quoiqu'elle soit très vieille de date. J'y joins quelques exemplaires d'une analyse de ce travail, extraite d'un procès-verbal de la séance du 5 mai 1830 de l'Académie des sciences, etc., de Besançon.

Le secrétaire lit la lettre suivante de M. Collenot :

Monsieur le Président.

Obligé de partir, il m'a été impossible d'assister à cette séance et d'exposer de vive voix le résultat des recherches que j'ai faites dans le *lias* des environs de Besançon avec MM. J. Martin, Bréon et Bochard; mais je n'ai pas voulu m'éloigner sans rectifier une opinion que, trompé par la plus grande similitude de configuration, j'avais émise dans la séance du 11 septembre.

Les coteaux liasiques des environs du Doubs sont fort difficiles à connaître dans tous leurs détails; partout ou presque partout les prairies couvrent le sol et dans les ravins il existe un tel affaissement des marnes que ce n'est qu'avec la plus grande peine qu'on arrive à étudier le terrain.

J'avais dit que le bourrelet supérieur des coteaux liasiques qu'on rencontre à quelque distance de Besançon était formé par les strates de la Gryphée *cymbium*. Dans l'Auxois il en est toujours ainsi et les *Gryphæ cymbium* y abondent; aux environs

de Besançon, au contraire, elles paraissent être fort rares, si rares que, malgré nos actives recherches, nous n'en avons découvert aucune. Ici le bourrelet dont je viens de parler est formé par des schistes un peu supérieurs à la couche à *Posidonomya Bronni*, et la couche à *Gryphæa cymbium* nous a paru remplacée par des nodules, dont les débris ressemblent minéralogiquement aux assises de la *Gryphæa cymbium* de notre pays. Ces nodules sont un peu au-dessous des marnes de Bronn. Nous prions les géologues bisontins de vérifier ce fait.

Nous avons encore une remarque à faire. Aux environs de Semur, la *Gryphæa obliqua* ne se trouve qu'au sommet du calcaire à Gryphées arquées, accompagnée des *Amm. raricostatus*, *Birchii*, *æduensis*, etc. A Maillot, nous avons au contraire rencontré la *Gryphæa obliqua* avec la *Terebratula numismalis* dans le *lias* moyen inférieur, tandis que nous avons trouvé l'*Amm. raricostatus* dans le calcaire à Gryphées arquées, c'est-à-dire à la place qu'il occupe dans l'Auxois. Je prie les géologues du Doubs de vérifier si l'*Amm. raricostatus* ne se trouve pas en même temps dans le *lias* moyen, comme il semblerait que cela arrive dans le Luxembourg.

Dans les parties que nous avons visitées autour de Besançon, le lias supérieur paraît plus développé que dans l'Auxois; le lias moyen, au contraire, paraît avoir moins de puissance qu'aux environs de Semur.

Je laisse à M. Martin le soin d'exposer ce que nous avons vu dans le calcaire à Gryphées et le grès de l'assise à *Avicula contorta*.

Le Président reçoit la lettre suivante de M. Martin :

Notre savant confrère, M. Cotteau, a rappelé à la séance de mardi dernier, que longtemps avant nous M. Thirria avait signalé dans le Doubs et dans la Haute-Saône des grès infra-liasiques fossilifères, mais sans déterminations spécifiques. Cela est parfaitement vrai. J'ajouterai même que ces grès n'étaient pas seulement connus de M. Thirria; car j'en ai vu, et tous nos collègues ont pu voir comme moi, des échantillons magnifiques déposés dans les collections de la Faculté des sciences de Besançon où ils figurent comme provenant de Maillot et de Champagney. Ces échantillons présentent de très beaux spécimens des *Cardium cloacinum* et *rhæticum*, du *Mytilus minutus* et d'une petite Avicule que je crois être l'*A. Dunkeri*, Tqm. Aussi, l'important n'était pas de signaler des grès infra-liasiques fossilifères, mais d'établir le parallélisme de ces grès avec ceux étudiés dans d'autres pays.

La détermination de quelques fossiles que MM. Collenot,

Bochard et moi avons indiqués, était un premier pas dans cette voie, et c'est en cela que résidait la véritable découverte. Pendant les deux dernières journées qui viennent de s'écouler, nous n'avons pas été moins heureux. Sans pouvoir assigner aux grès dont il est question une position stratigraphique aussi certaine que nous l'aurions voulu, nous savons qu'ils ne sont séparés par aucune autre assise gréseuse de l'*infra-lias* proprement dit; nous savons en outre qu'ils contiennent le *Pecten valoniensis* et l'*Avicula contorta*. La première de ces coquilles a été trouvée par moi à Beurre et la seconde par M. Bréon à Morre. C'est donc bien là en réalité la zone à *Avicula contorta*, telle à peu près qu'elle se présente dans toutes les contrées où elle a été étudiée. Maintenant, est-elle surmontée, dans quelques-unes de ses parties de dépôts osseux (*bone beds*)? C'est ce que nos collègues de la localité sauront sans doute bientôt nous dire. En attendant, nous pouvons leur affirmer, preuves en main, que les deux autres zones de l'*infra-lias* (zones à *A. planorbis* et *A. angulatus*) sont admirablement développées à Maillot, directement au-dessus de la première exploitation de plâtre.

Je donne ci-après une coupe détaillée des assises dont cet *infra-lias* supérieur se compose, ainsi que des fossiles que j'y ai rencontrés.

Coupe de haut en bas.

Calcaire à Gryphées arquées.

Zone à *Ammonites angulatus*.	0,25 Calcaire bleuâtre de même grain et de même aspect que le calcaire à Gryphées. 0,50 Calcaire comme le précédent, mais pétri de Cardinies et autres fossiles. 0,20 Calcaire bleuâtre sableux, altéré et passant fréquemment au grès spathique de M. de Bonnard.	Avec *Amm. catenatus*, Sow. *Cerithium Semele*, *C. Martinianum*, d'Orb., *C. gratum*, Tqm., *Pleurotomaria anglica*, Sow., *Littorina clathrata*, Desh., *Orthostoma gracile* Mart., *Cardium Terquemi*, Mart., *Astarta Eryx*, d'Orb., *Cardinia* nombreuses et variées, *Lima gigantea*, Desh., *L. Eryx*, d'Orb., *Arca sinemuriensis*, Mart., *Pecten Hehlii*, *Pecten valoniensis*, *Montlivaltia sinemuriensis* et radioles du *Cidaris Martini*?.
	0,80 Deux bancs d'un calcaire roussâtre, passant au grès spathique de M. de Bonnard.	*Littorina clathrata*, *Orthostoma exile*, Mart., *Cardium Terquemi*, Mart., *Cardinia* diverses, mais moins nombreuses que dans les bancs précédents. *Lima gigantea*, Desh., pointe de *Pseudopedina*? *Montlivaltia Martini*, de Fom.
Équivalent de la zone à *Am. planorbis*.	0,25 Banc marneux quelquefois roussâtre, plus souvent bleuâtre. 0,50 Banc marneux, bleuâtre, schistoïde.	Sans fossiles apparents, si ce n'est le *Pecten Hehlii*. Nombreuses petites Huîtres à la base, appelées par Strick. *Ostrea liasica*; mais l'*O. liasica* n'est, je crois, que le jeune âge de l'*Ostrea irregularis*, Munst.

Zone à *Avicula contorta*.

La désignation des deux derniers bancs calcaires sous le nom de zone à *A. planorbis* paraîtra sans doute ici un peu hasardée, puisque je n'y ai pas trouvé l'*Ammonite* en question. Mais la station de l'*Ostrea liasica* que l'on y rencontre a toujours un horizon si constant qu'il n'y a pas le moindre doute pour moi que ce dépôt ne soit l'équivalent de la zone que je viens de nommer. Cette petite coquille, en effet, pullule toujours dans les premières strates qui recouvrent les grès ou le *bone bed* et on la retrouve partout à ce niveau, non-seulement en France, mais en Angleterre et en Allemagne, où elle est citée par tous les auteurs qui se sont occupés dans ces derniers temps de cet horizon.

La constitution stratigraphique de l'infra-lias du Doubs a donc la plus grande analogie avec celle de la Bourgogne. La différence la plus saillante que l'on y remarque, c'est l'absence ici des lumachelles, différence que l'on explique parfaitement par l'éloignement relatif où ce pays se trouvait des côtes, au moment où s'opéraient ces dépôts.

M. G. Cotteau fait les deux communications suivantes :

Note sur les Échinides portlandiens de la Haute-Saône ; par M. G. Cotteau.

Le terrain portlandien des environs de Gray est très riche en Échinides, et ce fait est d'autant plus intéressant que les assises supérieures du terrain jurassique, dans les autres localités où elles ont été observées, n'en renferment qu'un très petit nombre. Nous laissons à M. Perron, qui connaît si parfaitement les terrains des environs de Gray, le soin de fixer la place qu'occupent les Échinides dans l'étage portlandien de la Haute-Saône. Nous nous bornerons à quelques observations paléontologiques sur les espèces que nous avons recueillies nous-même, ou que nous avons pu examiner dans la belle collection de M. Perron.

Le plus intéressant de ces Échinides est sans contredit l'*Hemicidaris purbeckensis*. Décrite et figurée pour la première fois par Forbes en 1850 (1), cette espèce parfaitement reconnaissable à sa forme haute et renflée, à ses tubercules interambulacraires nombreux et se touchant par la base, à ses tubercules ambulacraires très distinctement alternes, a été jusqu'ici considérée comme fort rare. En 1853 nous avons signalé sa présence dans l'Yonne, dans

(1) *Memoirs of geol. Survey*, dec. III, pl. 5, 1850.

l'Aube et la Haute-Marne (1) où quelques exemplaires seulement avaient été recueillis. Nous avons insisté à cette époque sur l'importance stratigraphique de cet Échinide qui tendait à établir un synchronisme entre les couches de Purbeck et les assises supérieures du terrain jurassique de France. L'*H. purbeckensis* est abondant dans les carrières de Gray-la-Ville et de Mantoche; il s'y montre à ses différents âges, mais toujours parfaitement caractérisé par les tubercules alternes qui garnissent la base de ses ambulacres. Dans la même roche que l'*H. purbeckensis* se rencontrent un grand nombre de radioles qui lui appartiennent certainement; ils sont grêles, allongés, cylindriques et entièrement lisses; l'extrémité de la tige est le plus souvent aciculée; quelquefois elle se divise d'une manière très bizarre et forme deux, trois ou quatre branches inégales (2).

Associé à l'*H. purbeckensis*, M. Perron a recueilli à Mantoche un autre *Hemicidaris* qui nous paraît devoir constituer une espèce nouvelle; il en diffère d'une manière positive par sa forme moins élevée et plus pentagonale, ses tubercules interambulacraires moins nombreux, entourés de scrobicules moins elliptiques, diminuant brusquement de volume aux approches du sommet, par ses ambulacres garnis à leur base de tubercules plus gros, plus nombreux, non alternes et s'élevant plus haut au-dessus de l'ambitus. Peut-être faudra-t-il réunir à cette espèce certains radioles renflés, subovoïdes, quelquefois étranglés au milieu, garnis de granules épars et espacés, qu'on rencontre dans les mêmes assises.

Les Échinides réguliers sont encore représentés par trois espèces : un petit *Pseudodiadema* très déprimé au-dessus et au-dessous, à tubercules égaux, à large péristome, et présentant, sur les interambulacres, quatre rangées de tubercules dont deux seulement s'élèvent jusqu'au sommet (3); un autre *Pseudodiadema* voisin du premier par sa taille, mais s'en éloignant par ses pores dédoublés au sommet et ses tubercules secondaires relativement beaucoup plus petits; et un *Pseudosalenia* à la forme renflée, aux

---

(1) *Note sur les Échinides de l'étage kimméridien du département de l'Aube* (*Bull.*, *Soc. géol. de France*, 2e série, t. XI, p. 353, 1853). — *Échinides foss. de l'Yonne*, t. I, p. 300, pl. 45, p. 1-4, 1856.

(2) *Rev. et mag. de zool.*, année 1861.

(3) Cette espèce sera décrite et figurée dans la *Revue zoologique* de 1861, sous le nom de *Pseudodiadema portlandicum*. L'échantillon de M. Perron provient de Fresne-Saint-Martin.

ambulacres étroits et flexueux. Ces trois espèces nous paraissent nouvelles à l'exception cependant du *Pseudosalenia* qui n'est probablement qu'une variété bombée du *P. tuberculosa* de l'étage corallien.

Les Échinides irréguliers sont moins nombreux; trois espèces seulement ont été recueillies; elles appartiennent aux genres *Holectypus*, *Echinobrissus* et *Pygurus*.

L'*Holectypus* est remarquable par sa forme subconique et la grandeur de son périprocte qui s'étend du péristome au bord inférieur. Ces caractères, ainsi que la disposition de ses tubercules et de ses granules, le rapprochent beaucoup des *H. corallinus* et *Meriani* qui eux-mêmes ne sont probablement que des variétés de l'*H. depressus*. Ce n'est pas sans quelque hésitation que nous établissons ce rapprochement, car il conduit à admettre que l'*H. depressus* qui a commencé à exister dans les couches de l'oolite inférieure a parcouru toute la série des étages, laissant dans chacun d'eux un grand nombre de représentants, et n'a disparu qu'avec les assises supérieures du terrain jurassique. En cela cette espèce diffère essentiellement de la plupart des autres Échinides qui se cantonnent presque toujours dans les étages qui leur sont propres.

L'*Echinobrissus* se range dans le groupe des *scutatus*. Il nous a paru se distinguer nettement de ses congénères par sa face supérieure toujours déprimée, par son ambitus presque aussi large en avant qu'en arrière; nous avons pensé d'abord à le réunir à notre *E. icaunensis* de l'étage kimmérigien de l'Yonne (1), mais cette dernière espèce en diffère par son périprocte toujours plus éloigné du sommet; aussi sommes-nous heureux de conserver à l'espèce de Gray le nom de *Perroni* que M. Étallon lui a donné depuis longtemps.

Le *Pygurus*, malgré sa taille plus petite, ses ambulacres relativement plus étroits, ses tubercules antérieurs moins développés, ne nous paraît comme le *P. Royerianus* dont nous avions fait dans l'origine une espèce distincte, qu'une variété du *P. Blumenbachii* du coral-rag.

En résumé, huit espèces ont été jusqu'ici rencontrées dans l'étage portlandien des environs de Gray. Cinq de ces espèces sont propres à l'étage qui les renferme; trois s'étaient déjà montrées dans des dépôts plus anciens.

---

(1) *Échinides fossiles de l'Yonne*, t. I. p. 326, pl. 45, fig. 6-8, 1856.

Note sur les Échinides de l'étage kimmérigien; par M. G. Cotteau.

Le terrain kimmérigien des environs de Gray contient également un certain nombre d'Échinides sur lesquels il nous paraît intéressant d'appeler l'attention de la Société. Dans la course que la Société vient de faire afin d'examiner les différentes assises de cet étage, quatre espèces ont été recueillies associées à l'*Ostrea virgula :* le *Rhabdocidaris Orbignyana* que caractérisent sa grande taille, ses tubercules nombreux, elliptiques et profondément crénelés, ses radioles énormes, subtriangulaires, garnis d'épines inégales et acérées; l'*Holectypus Meriani* que nous considérons comme une simple variété de l'*H. depressus;* un *Echinobrissus* voisin de l'*E. icaunensis* de l'étage kimméridien des environs de Tonnerre, mais qui cependant s'en distingue par son ambitus plus étroit en avant, plus dilaté en arrière, par sa face supérieure plus conique, par son périprocte plus rapproché du sommet et qui paraît bien être l'*E. Bourgueti* dont M. Desor signale la présence dans le kimméridien des environs de Besançon; et l'*Acrosalenia decorata* que sa forme pentagonale, la disposition de ses tubercules et de ses granules, et surtout l'excentricité très prononcée de son périprocte ne permettent de confondre avec aucun de ses congénères. Recueillie pour la première fois en Angleterre dans le coral-rag inférieur de Calne et de Matton, l'*A. decorata* a été rencontrée depuis au même niveau, à Trouville, à Champlitte, à Ecommoy. La découverte de cette espèce dans le kimméridien de Chargey, au milieu des *Ostrea virgula*, nous montre qu'elle est commune à deux étages. Du reste, aux environs de Bar-sur-Aube, nous avons déjà constaté cette espèce dans l'étage kimméridien (1).

Indépendamment de ces quatre Échinides, la collection de M. Perron en renferme plusieurs autres recueillis à Chargey, à Arc et à Nantilly :

Un *Cidaris*, probablement nouveau, remarquable par ses ambulacres étroits, flexueux, garnis seulement de deux rangées de granules, ses tubercules espacés, circulaires, entourés d'un bourrelet très saillant de granules et séparés au milieu par une zone miliaire étroite et déprimée;

Le *Cidaris baculifera*, du calcaire à Astartes représenté par ses

(1) *Échinides fossiles de l'Yonne*, t. I, p. 324.

radioles grêles, allongés, subprismatiques, garnis de huit à dix rangées très régulières de granules épineux ;

L'*Hemicidaris Hoffmanni*, très voisin de l'*H. crenularis* dont il se distingue cependant par ses tubercules plus nombreux, moins gros et moins saillants, par ses ambulacres moins flexueux et plus larges au sommet;

L'*Hemicidaris Desoriana*, déjà signalé par nous dans le kimméridien de Bar-sur-Aube et des Riays. L'échantillon que possède M. Perron est plus petit, ses tubercules ambulacraires sont moins nombreux et son péristome un peu plus grand; il nous a paru cependant devoir être réuni à notre espèce ;

Le *Pseudodiadema conforme ;* M. Perron en possède un exemplaire admirablement conservé et d'une taille qui dépasse de beaucoup celle du type figuré par Agassiz dans ses *Échinodermes de la Suisse ;* la structure de ses tubercules et de son appareil apicial ne peut laisser aucun doute sur la place générique que doit occuper cette espèce placée successivement par les auteurs dans les genres *Diadema*, *Acrosalenia* et *Hemipedina*. M. Étallon en a donné tout récemment une description détaillée et fort exacte dans son *Mémoire sur les rayonnés des environs de Montbéliard*;

Un *Pseudodiadema* que nous croyons nouveau et que M. Étallon a désigné dans la collection de M. Perron sous le nom de *P. Thurmanni*. Très voisin au premier aspect de l'*Hemipedina Bonjouri* du coral-rag de Châtel-Censoir, de Champlitte et de Valfin, il s'en distingue par ses tubercules finement crénelés et par la présence de deux rangées secondaires au milieu des tubercules principaux qui garnissent les interambulacraires ;

Deux espèces de *Pygurus*. Le *P. Blumenbachii* qui s'était déjà montré dans les couches coralliennes et le *P. jurensis* qui s'en distingue par sa taille plus petite, sa forme plus allongée, et plus épaisse et beaucoup plus sensiblement portée en arrière.

Nous connaissons douze espèces d'Échinides dans le terrain kimméridien des environs de Gray. Quatre s'étaient déjà montrées dans l'étage précédent : *Rhabdocidaris Orbignyana*, *Acrosalenia decorata*, *Pygurus Blumenbachii* et *Holectypus depressus*. Les huit autres peuvent être considérées jusqu'ici comme étant spéciales aux couches qui les renferment.

M. Lory présente la communication suivante :

Dans les excursions que la Société a faites aux environs de Besançon, elle a étudié avec un grand intérêt un ordre de faits

dont il serait difficile de trouver, réunis sur un aussi petit espace, des exemples si variés et si remarquables : je veux parler de ces accidents stratigraphiques compliqués, imprévus en quelque sorte, qui modifient complétement les rapports ordinaires de succession des divers étages et qui donneraient lieu à des difficultés inextricables, si chacun des étages jurassiques n'était pas facile à reconnaître par ses caractères minéralogiques et par des fossiles très abondants.

La multiplicité et la complication de ces accidents, aux environs de Besançon, résultent de la combinaison de plusieurs grandes *failles* et de ces *pressions latérales* très énergiques qui ont produit le type ordinaire des *chaînes* du Jura. Ces dislocations donnent lieu à des apparences trompeuses de *retours d'étages identiques*, à des *superpositions anormales*, à des *renversements*, des *replis en superposition renversée* de la totalité ou d'une partie seulement des étages jurassiques, par-dessus une série régulière de ces mêmes étages. Le petit espace compris entre Morre et Pugey nous a permis d'étudier dans tous leurs détails, de disséquer, en quelque sorte, couche par couche, ces curieux accidents qui donnent au crêt de Chapelle-des-Buis et surtout à son prolongement, le Mont-Arguel, une structure si remarquable et des formes qui rappellent en petit celles des crêtes les plus bouleversées des Alpes.

Dans une communication récente (1), j'invoquais ces exemples de dislocations compliquées à l'appui de l'explication de la structure de certaines parties des Alpes françaises qui ont donné lieu aux difficultés les plus graves et à des discussions interminables. L'observation stratigraphique y montre, en effet, comme on le sait, les *grès à anthracite*, avec une flore fossile identique avec celle du *terrain houiller*, superposés à des *calcaires à Bélemnites* et paraissant même alterner à plusieurs reprises avec ces calcaires. Des géologues éminents, concluant de ces superpositions apparentes à une succession régulière de formations, ont été ainsi portés à admettre, dans les Alpes, des exceptions capitales à la généralité des lois reconnues partout ailleurs dans la succession des formations et de leurs fossiles caractéristiques.

Les faits que nous avons examinés aux environs de Besançon conduiraient inévitablement à admettre des exceptions semblables, des oppositions entre les caractères de la superposition et ceux que fournissent les fossiles, si l'on ne se rendait pas un compte exact de ces *failles* et de ces *renversements* qui intervertissent

(1) *Bull.*, t. XVII, p. 481, 7 mai 1860.

l'ordre normal de succession des affleurements des divers étages. Les apparences stratigraphiques nous conduiraient à voir, par exemple, au-dessus de Beurre, les *marnes irisées* reposant sur les calcaires de la cascade du Bout-du-Monde, qui contiennent des fossiles de l'étage *corallien;* à admettre, dans la traversée du village de Morre et dans toute la longueur du crêt de Chapelle-des-Buis, une succession d'étages qui serait précisément l'inverse de leur ordre réel de formation. Ces accidents produiraient ici les mêmes *illusions* que celles auxquelles on est sujet dans les Alpes, si l'on n'était sans cesse guidé par les caractères minéralogiques et paléontologiques les plus tranchés, si la netteté des coupes et la possibilité de les étudier pas à pas et couche par couche ne démontraient pas de la manière la plus évidente la réalité des *failles* et des *renversements* d'où résultent ces illusions.

L'étude de ces phénomènes dans un pays où ils sont si bien caractérisés est le meilleur argument pour faire comprendre l'importance qu'ils peuvent avoir dans les Alpes et la portée immense des illusions auxquelles ils peuvent y donner lieu, par suite de l'échelle beaucoup plus grande sur laquelle les dislocations s'y sont produites. Je ne crois pas m'avancer trop aujourd'hui en affirmant que toutes les anomalies de la stratigraphie alpine, toutes les contradictions qu'on y a signalées entre les caractères stratigraphiques et les caractères paléontologiques seront prochainement expliquées par des accidents analogues à ceux que nous venons d'étudier aux environs de Besançon. Dans les Alpes, aussi bien et plus encore peut-être que partout ailleurs, les lois générales de la paléontologie doivent être considérées comme la base fondamentale de la classification des terrains; et nous répéterons en toute assurance avec l'illustre auteur de la *Géologie de la Suisse :* « Quand les caractères paléontologiques sont en contradiction avec » les caractères stratigraphiques, on ne doit s'attacher qu'aux pre- » miers (1). » Les anomalies de superposition doivent s'expliquer par quelque mode particulier de dislocation, souvent difficile à débrouiller dans les Alpes, à cause de l'immense échelle des bouleversements et de l'extrême rareté des fossiles dans tous les terrains de ces montagnes.

Qu'il me soit donc permis, messieurs, de considérer les résultats de cette réunion, à Besançon, comme une introduction naturelle et une sorte d'engagement à une réunion prochaine dans les

---

(1) M. Studer, *Lettre sur la géologie des Alpes* ; *Leonhard und Bronn, Neues Jahrbuch,...*, 1850, p. 826.

Alpes françaises, sur les points mêmes où ont été le plus vivement débattues les questions d'anomalies stratigraphiques et surtout celle des rapports mutuels du *lias* et des *grès à anthracite*. J'ai formulé au mois de janvier dernier (1), au nom de nos confrères de la Savoie et du Dauphiné, le vœu d'une réunion qui aurait pour objet l'exploration de la Maurienne et du Briançonnais. A l'intérêt des plus belles questions de la géologie alpine et surtout de celles des *grès à anthracite*, ce projet joindrait l'intérêt des travaux grandioses du *tunnel des Alpes ;* la Société en visiterait les deux extrémités, Modane et Bardonèche, et pourrait discuter la disposition encore problématique des terrains qu'il doit traverser. Cette exploration relierait entre elles les observations recueillies en 1840, lors de la réunion à Grenoble, et celles de 1844, en Tarantaise, pendant la réunion de Chambéry. Elle permettrait, je crois, de fixer définitivement nos opinions sur les rapports *normaux* de superposition des divers terrains des Alpes centrales et d'appliquer à l'explication de leurs superpositions *anormales* et de leurs alternances apparentes les modes de dislocation dont nous avons étudié de si remarquables exemples dans les environs de Besançon.

Je termine, messieurs, en renouvelant pour l'année 1861 le vœu d'une réunion de la Société géologique dans les Alpes et en proposant pour lieu de rendez-vous Saint-Jean-de-Maurienne, où l'on arrive directement par le chemin de fer. Je crois pouvoir fournir un programme d'explorations qui, sans excéder la durée ordinaire de nos réunions et sans offrir de difficultés dans l'exécution, permettrait à la Société d'étudier d'une manière satisfaisante toute la série des terrains de cette partie des Alpes.

Plusieurs membres appuient le vœu que M. Lory vient de faire d'une réunion de la Société géologique à Saint-Jean-de-Maurienne aux vacances prochaines.

Le 15 septembre, la Société devait se rendre à Voray et à Geneuille pour étudier le terrain crétacé de la vallée de l'Ognon. Le mauvais temps s'est opposé à l'exécution de ce projet, et a forcé les membres de la Société à terminer la session extraordinaire sans avoir complété ses travaux.

Avant de se séparer, les membres de la Société géologique ont prié le Président de la session, M. Michelin, de porter

---

(1) *Bull.*, t. XVII, p. 187.

l'expression de leur reconnaissance aux géologues du pays qui ont bien voulu leur servir de guides, au Conseil municipal de Besançon et à la Société d'émulation du Doubs qui leur ont fait l'accueil le plus bienveillant. Le Jura est une des contrées classiques de la géologie, et les membres de la Société ont été heureux de constater qu'un grand nombre de naturalistes distingués poursuivent l'étude d'un sol si fécond pour la science.

BRITISH MUSEUM
GEOLOGICAL SD
NATURAL HISTORY.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

Nicklès. — Lettre relative au Mémoire de M. Daubrée : Sur les sources de Plombières (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 562). 15
Divers. — Haches trouvées dans le diluvium près d'Amiens. . . . 17
Lory. — Note sur un gisement de calcaire cristallin traversé par des filons de pegmatite, à Montoir (Loire-Inf.). 20
Lory. — Note sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais. . . 21
Alb. Gaudry. — Sur la découverte de l'*Ostræa Leymerii* à Wissant (Pas-de-Calais). 30
Ch. d'Orbigny. — Sur l'âge véritable des poudingues de Nemours et des sables d'Ormoy. 34
Ed. Hébert. — Réponse à la note ci-dessus de M. Ch. d'Orbigny. . 52
Ch. Horion. — Note sur le calcaire dévonien de Visé. 59
De Binkhorst. — Sur la craie de Maëstricht et sur les fossiles de cette localité 61
Ch. d'Orbigny. — Sur le diluvium à coquilles lacustres de Joinville (Seine) 66
Buteux. — Sur les silex travaillés trouvés dans le diluvium près d'Abbeville et d'Amiens. 72
R. Pumpelly. — Sur quelques traces de glaciers dans l'île de Corse (Pl. I). 78
Kœchlin-Schlumberger. — Réplique aux Observations de M. Sc. Gras sur le terrain quaternaire de l'Alsace (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 919). 82
C. Puggaard. — Notice sur les calcaires plutonisés de la péninsule de Sorrento. 93
Divers. — Sur les silex taillés trouvés en Picardie. 102
Triger. — Sur la craie de Maëstricht. 103
Ed. Hébert. — Note sur la position réelle de la couche marine d'Ormoy. 107
Ch. D'orbigny. — Observations sur la communication précédente. . 113
Parran. — Note sur les sondages du Gard. 115
G. de Mortillet. — Note sur l'âge des sables à silex et des marnes bigarrées de la Perte-du-Rhône 119
Ébray. — Sur les silex en forme de haches. 123
Ébray. — Sur la coïncidence des sources minérales de la Nièvre avec les failles. 124

Ch. Martins. — Sur quelques lois géométriques de l'ostéologie des membres, applicables à la paléontologie des mammifères, des oiseaux et des reptiles. 132
L. Grandeau. — Note sur l'analyse d'une roche métamorphique du grand Saint-Bernard. 134
Ém. Goubert. — Quelques mots sur l'étage éocène moyen dans le bassin de Paris. (Pl. II). 137
La Société. — Composition du Bureau et du Conseil pour 1860. . 152
Sandberger. — Sur l'âge des couches tertiaires du bassin de Mayence. 153
P. Naranjo y Garza et L. Penuelas. — Sur la phosphorite de Logrosan (Estramadure). 157
Ébray. — Étude des modifications de l'étage callovien et preuve de l'existence de cet étage aux environs de Châtel-Censoir. . 161
Ch .Lory. — Nouveaux documents sur les grès de la Maurienne et des Hautes-Alpes. 177
Goeppert. — Sur la flore des terrains silurien, dévonien et carbonifère inférieur. 187
Hochstetter. — Recherches géologiques faites à Tapaipoumamoa, île moyenne de la Nouvelle-Zélande (Lettre de M. A. Boué). 189
C. Puggaard. — Sur les calcaires plutonisés des Alpes apuennes et du monte Pisano. 199
J. Guillemin. — Explorations minéralogiques dans la Russie d'Europe Pl. III). 232
E. Dumortier. — Sur quelques fossiles de l'étage néocomien supérieur recueillis près de Dax (Landes). 241
R. Thomassy. — Hydrologie du Mississipi. 242
Marcel de Serres. — Des espèces perdues, et des races qui ont disparu des lieux qu'elles habitaient primitivement, depuis ou avant notre existence. 262
A. Passy. — Note sur la carte géologique de l'Oise. 269
Ébray. — Note sur la production de cristaux dans les roches à l'état subsolide. 275
J. Fournet. — Observations sur la note ci-dessus de M. Ébray. . . 277
Ed. Hébert. — Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la Manche 300
A. Laugel. — Note sur la géologie du département d'Eure-et-Loir 316
De Verneuil, Collomb, Triger et Cotteau. — Note sur une partie du pays basque espagnol, suivie d'une description de quelques échinodermes (Pl. IV). 333
G. Cotteau. — Note sur le genre *Heterocidaris* (Pl. IV bis). . . . 378
Ad. Chatin. — Sur l'eau minérale et la roche de Saxon en Valais. . 381
Ém. Benoît. — Note sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes (Pl. V). 387
De Vibraye. — Sur la découverte d'un nouveau gisement de vertèbres à Chitenay (Loir-et-Cher). 413
A. Boué. — Statistique méthodique des Sociétés savantes, etc. . . 421
Ébray. — Sur les dépôts à oolithes ferrugineuses du département de la Nièvre. 422

Cornuel. — Lettre sur l'étage néocomien du département de la Haute-Marne 425
La Société. — Budget pour 1860. 428
G. Bergeron. — Note sur la phosphorescence d'une variété de *Lapis-lazuli*. 432
A. Boué. — Note sur la symétrie de la surface du globe et sur l'épaisseur de la croûte terrestre à différentes époques géologiques. 433
De Binkhorst. — Sur les couches crétacées du Limbourg. 459
Marquis de Vibraye. — Sur les ossements fossiles et une mâchoire humaine trouvés dans les grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne). . 462
Divers. — Discussion sur la communication précédente. 474
Ch. Lory. — Nouveaux détails sur un gisement de Nummulites en Maurienne 481
J. Beaudouin. — Sur des silex taillés trouvés aux environs de Châtillon-sur-Seine. 488
Lartet. — Sur des os fossiles portant des empreintes attribuées à la main de l'homme. 492
J. Gosselet. — Note sur des fossiles siluriens trouvés dans le Brabant (Belgique) 495
Marquis de Raincourt. — Note sur un gisement de la partie supérieure des sables moyens. 499
V. Raulin. — Note sur les Almyros de la Crète. 504
Ébray. — Note sur la composition géologique du sol des environs de Mâcon et les dénudations de cette contrée. 507
C. de Prado, de Verneuil et J. Barrande. — Sur l'existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique (Pl. VI, VII, VIII). 516
Caux. — Sur des ossements fossiles et des silex taillés trouvés dans la sablière de Précy (Oise). 555
A. Delesse. — Sur les pseudomorphoses. 556
H.-C. Sorby. — De l'action prolongée de la chaleur et de l'eau sur différentes substances. 568
H.-C. Sorby. — Sur l'application du microscope à l'étude de la géologie physique. 571
J. Barrande. — Troncature normale ou périodique de la coquille dans certains céphalopodes paléozoïques (Pl. IX). 573
J. Barrande. — Colonies dans le bassin silurien de la Bohême. . . 602
R. Thomassy. — Sur l'hydrologie maritime et sur les lignes d'équisalure de l'océan Atlantique. 666
Anca. — Note sur la découverte en Sicile de deux nouvelles grottes à ossements fossiles (Pl. X, XI). . . . . 680 et 684
Ébray. — Note sur le mode de formation des poudingues de Nemours. 695
Ébray. — Sur la conséquence du principe de surdissolution. . . . 697
Michel. — Coupe du terrain silurien aux environs de Domfront (Orne). 698
La Commission. — Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1859. 703
Melleville. — Description géologique de la montagne de Laon. . . 710

Cornuel. — Notice sur le groupe du grès vert inférieur du bassin de la Seine, etc. 736
Bureau. — Note sur l'existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la Basse-Loire. 789
Ch. Lory. — Sur le gisement de la craie blanche dans la vallée d'Entremont (Savoie). 796
Ed. Hébert. — Note sur le travertin de Champigny et sur les couches entre lesquelles il est compris. 800
Ém. Goubert. — Schistes à Lucines dans le gypse d'Argenteuil. . . 812
Réunion extraordinaire à Besançon. 819
Morlot. — Études géologico-archéologiques en Danemark et en Suisse 827
G. Cotteau. — Synchronisme du coral-rag inférieur de l'Yonne avec celui des environs de Besançon. 840
A. Soulier. — Note sur la carte géologique et hydrographique du canton de Dieu-le-Fit (Drôme). 845
G. Cotteau. — Note sur les Échinides portlandiens de la Haute-Saône. 866
G. Cotteau. — Note sur les Échinides de l'étage kimméridgien. . . 869

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE DIX-SEPTIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1859 à 1860.

A

Aisne. Description géologique de la montagne de Laon, p. 710.

Alpes françoises. Sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais, p. 21. — Nouveaux documents, p. 177. — Sur un gisement de Nummulites en Maurienne, et considérations sur l'usage des caractères stratigraphiques dans les Alpes, p. 481. — Gisement de la craie blanche dans la vallée d'Entremont, p. 796. — Sur les renversements de stratification, p. 870.

Alsace. Réplique à M. Gras, sur le terrain quaternaire, p. 82.

Anca. Sur deux nouvelles grottes ossifères en Sicile, p. 680 et 684.

Angelot. Observation, p. 240.

Angleterre. Rapport entre les groupes wealdien et du lower greensand, et le grès vert inférieur du bassin de Paris, p. 736.

Animaux fossiles. Observations sur la faune primordiale, p. 542. — Espèces perdues et races qui ont disparu des lieux qu'elles habitaient primitivement, depuis ou avant notre existence, p. 262.

Archiac (d'). Observations, p. 17, 377, 796.

Ardennes. Éléphants et haches celtiques à Givry, p. 573.

Atlantique. Hydrologie maritime et lignes d'équisalure, p. 666.

Australie. Terrains de Sidney, p. 16.

Avis divers. P. 5, 150, 176, 240, 377, 427, 684.

B

Barrande. Observations sur la faune primordiale, p. 542. — Troncature normale ou périodique de la coquille dans certains céphalopodes paléozoïques, p. 573. — Colonies dans le bassin silurien de la Bohême, p. 602. — Observations, p. 570, 796.

Barrande et de Verneuil. Fossiles de la faune primordiale de la chaîne cantabrique, p. 516.

Beaudouin. Sur des silex taillés de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), p. 489.

Belgique. Fossiles siluriens trouvés dans le Brabant, p. 495. — Calcaire dévonien de Visé, p. 58.

Benoît. Sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes, p. 387. — Observations, p. 488, 492.
Bergeron. Lapis-lazuli phosphorescent du Chili, p. 432.
Bibliographie. P. 6, 51, 101, 131, 149, 153, 176, 232, 268, 376, 424, 430, 458, 479, 554, 601, 682, 820.
Binkhorst (de). Sur la craie de Maestricht et les fossiles de cette localité, p. 61, 459.
Blondeau. Observation, p. 387.
Bohême. Colonies dans le terrain silurien, p. 602.
Boué. Statistique méthodique des Sociétés savantes, artistiques et autres, de leurs publications et des journaux de tout genre, p. 421. - Sur la symétrie de la surface du globe et sur l'épaisseur de la croûte terrestre à différentes époques géologiques, p. 433.
Brachiopodes. Nouvelles espèces, p. 532.
Budget. Pour 1860, p. 428.
Bureau. Existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la Basse-Loire, p. 789.
Buteux. Silex travaillés du diluvium d'Abbeville et d'Amiens, p. 72.
Buvignier. Éléphant et haches celtiques à Givry (Ardennes), p. 573.

C

Capellini. Age des lignites de la Toscane, p. 14.
Casiano de Prado. Existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique, p. 516.
Caux. Éléphant et hache d'une sablière de Précy (Oise), p. 55.
Cavernes. Ossements fossiles et mâchoire humaine d'Arcy-sur-Cure, p. 462, 477. — Nouvelles grottes ossifères de Sicile, p. 680, 684.
Céphalopodes. Troncature normale ou périodique de la coquille dans certaines espèces paléozoïques, p. 573.
Cérium oxydé, p. 478.
Chaleur et eau. Leur action prolongée sur diverses substances, p. 568.
Chatin. Eau minérale et roche iodurée de Saxon en Valais, p. 381.
Chili. Lapis-lazuli phosphorescent, p. 432.
Clarke. Terrains de Sidney (Australie), p. 16.
Collenot. Sur le lias des environs de Besançon, p. 863. — Observation, p. 844.
Collomb, de Verneuil et Triger. Note sur une partie du pays basque espagnol, p. 333.
Comptes du trésorier, p. 151, 703. — Rapport sur sa gestion en 1859, p. 706.
Coquand. Observation, p. 33.
Cornuel. Fossiles d'eau douce néocomiens de la Haute-Marne, p. 425. — Division du grès vert inférieur du bassin de Paris, et ses rapports avec le groupe wealdien et le lower greensand de l'Angleterre, p. 736.
Corse. Trace de glaciers dans l'île, p. 78.
Côte-d'Or. Sur des silex taillés de Châtillon-sur-Seine, p. 489.
Cotteau. Note sur des échinides recueillis en Espagne, p. 372. — Sur le genre *Heterocidaris*, p. 379. — Relations entre le coral-rag de l'Yonne et celui de Besançon, p. 841. — Échinides portlandiens de la Haute-Saône, p. 866. — Échinides de l'étage kimméridgien, p. 869. — Observations, p. 844, 863.
Crète. Sur les Almyros, p. 504.
Cristaux. Leur production dans les roches à l'état solide, p. 277.
Croûte terrestre. Sur son épaisseur et sur la symétrie de la surface du globe, p. 433.

D

Danemark. Études géologico-archéologiques, p. 827.
Delanoue. Observations, p. 102, 135.
Delesse. Recherches sur les pseudomorphoses, p. 556. — Observations, p. 72, 100, 135, 240, 262, 412.
Deshayes. Observation, p. 156.
Deslongchamps (Eug.). Observations, p. 695, 844.
Desnoyers. Observation, p. 18.
Deville (Ch. Sainte-Claire). Observations, p. 136, 474.

Doubs. Existence de l'infra-lias à Besançon, p. 842, 864. — Sur le lias des environs de Besançon, p. 863. — Sur l'étage oolithique inférieur, p. 837. — Relations entre son coral-rag et celui de l'Yonne, p. 841. — Bassins fermés, p. 864. — Réunion extraordinaire de la Société à Besançon : lias, p. 825, 832, 856 ; oolithe inférieure, p. 824, 833 ; grande oolithe, etc., p. 821, 823, 832, 834; Oxford-clay, p. 822, 824, 836, 837, 855, 857; coral-rag, p. 823, 831, 855; calcaire à Astartes, p. 831; Kimmeridge-clay, p. 832; conglomérat tertiaire, p. 836.

Drôme. Sur la carte géologique et hydrographique de Dieu-le-Fit, p. 845. — Fontaine ardente à Buis-les-Baronnies, p. 846.

Dumortier. Étage néocomien supérieur près de Dax (Landes), p. 241.

E

Eau et chaleur. Leur action prolongée sur diverses substances, p. 568.

Eaux minérales. Leur coïncidence avec les failles dans la Nièvre, p. 124. — Eaux minérales de Plombières (Vosges), p. 15. — Fontaine ardente de Buis-les-Baronnies (Drôme), p. 846. — Eau et roche iodurée de Saxon en Valais, p. 381. —Almyros de la Crète, p. 504.

Ébray. Sur les silex en forme de haches, p. 123. — Coïncidence des sources minérales de la Nièvre avec les failles, p. 124. — Modifications de l'étage callovien, et preuve de son existence à Châtel-Censoir (Yonne), p. 161.— Production de cristaux dans les roches à l'état subsolide, p. 275. — Dépôts à oolithes ferrugineuses du département de la Nièvre, p. 422. — Composition géologique du sol des environs de Macon, et dénudations de cette contrée, p. 507. — Mode de formation des poudingues de Nemours, p. 695. — Conséquence du principe de la surdissolution, p. 697.

Échinides. Sur le genre *Heterocidaris*, p. 379. — Échinides de l'étage kimméridgien, p. 869.—*Id.* portlandiens de la Haute-Saône, p. 866. — Note sur des échinides recueillis en Espagne, p. 372. — Nouvelles espèces, p. 146, 372, 378.

Élections, p. 151; de la session extraordinaire, p. 820.

Espagne. Phosphorite de Logrosan (Estramadure), p. 157. — Existence de la faune primordiale dans la chaine cantabrique, p. 516. — Ses fossiles, p. 526. — Carte d'une partie des pays basques, p. 333. — Échinides, p. 372.

Espèces perdues et races qui ont disparu des lieux qu'elles habitaient primitivement, depuis ou avant notre existence, p. 262.

Étallon. Sur le terrain portlandien, p. 854. — Sur un conglomérat plus récent du Doubs, p. 836.

États romains. Ossements fossiles humains de Rome, p. 431.

États-Unis. Hydrologie du Missisipi, p. 242.

Eure-et-Loir. Sur sa géologie, p. 316.

F

Fer. Dépôts à oolithes ferrugineuses, p. 422. — Minerai de Kertch en Crimée, p. 238.

Fossiles. Listes de ceux du terrain silurien de Bohème, p. 624; de l'Angleterre, p. 643; du calcaire dévonien de Visé, p. 59, 60; du cornbrash d'Angleterre, p. 826; de l'Oxford-clay et du coral-rag du Calvados, p. 309; de l'étage jurassique supérieur du Doubs et de la Haute-Saône, p. 848, 857; du lower greensand d'Angleterre, p. 772; de la craie d'Eure-et-Loir, p. 318; de la craie du pays basque espagnol, p. 362, 364; de la craie et du calcaire grossier d'Écos (Eure), p. 146; des sables et du calcaire grossier de Laon, p. 715, 720, 722; des sables moyens de Verneuil (Marne), p. 501; des sables de Fon-

tainebleau, p. 110; du diluvium de Joinville (Seine), p. 68; d'une grotte de Sicile, p. 687, 693.

Fournet. Sur la production des cristaux dans les roches à l'état solide, p. 277.

G

Gard. Sondages houillers et triasiques, p. 115.

Gastéropodes. Nouvelles espèces, p. 531.

Gaudry. Haches en silex d'Amiens, p. 17. — Découverte de l'*Ostrea Leymerii*, à Wissant (Pas-de-Calais), p. 30. — Observation, p. 103.

Glaciers. Anciennes traces en Corse, p. 78.

Goeppert. Flore des terrains silurien, dévonien et carbonifère inférieur, p. 187.

Gosselet. Fossiles siluriens trouvés dans le Brabant, p. 495. — Observation, p. 76, 387.

Goubert. Sur l'étage éocène moyen du bassin de Paris, p. 137. — Sur la grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne), p. 477. — Marne marine du gypse à Romainville (Seine), p. 600. — Schistes à Lucines dans le gypse d'Argenteuil (Seine-et-Oise), p. 812.

Grandeau. Analyse d'une roche métamorphique du Grand-Saint-Bernard, p. 134.

Gras. Observation, p. 92.

Gruner. Observations, p. 115, 136.

Guillemin. Explorations minéralogiques dans la Russie d'Europe, p. 232. — Minerai de fer de Kertch, p. 238. — Observation, p. 240.

H

Hébert (Ed.). Diluvium à silex taillés de la Somme, p. 18, 103. — Réponse sur l'âge des poudingues de Nemours et des sables coquilliers d'Ormoy, p. 52. — Position réelle de la couche marine d'Ormoy, p. 107. — Du terrain jurassique supérieur (Oxf. - Port.), sur les côtes de la Manche, p. 300. — Sur le travertin de Champigny (Seine-et-Marne), et sur les couches entre lesquelles il est compris, p. 800. — Observations, p. 71, 76, 115, 119, 156, 241, 474, 475, 495.

Hesse-Darmstadt. — Age des couches tertiaires du bassin de Mayence, p. 153.

Hochstetter. Roches géologiques à Tapaipoumamoa (Nouv.-Zélande), p. 189.

Homme fossile. Mâchoire humaine et ossements fossiles des grottes d'Arcy-sur-Cure, p. 462, 477. — Ossements fossiles humains de Rome, p. 431.

Horion. Sur le calcaire dévonien de Visé, p. 58.

Hydrologie du Mississipi, p. 242. — *Id.* et lignes d'équisalure de l'Atlantique, p. 666.

J

Jourdan. Observation, p. 18.

Jura. Sur les renversements de stratification dans cette chaîne, p. 870.

K

Koechlin-Schlumberger. Réplique à M. Gras sur le terrain quaternaire de l'Alsace, p. 82.

L

Landes. Etage néocomien supérieur, près de Dax, p. 241.

Lapis-lazuli phosphorescent du Chili, p. 432.

Lartet. Os fossiles portant des empreintes ou entailles anciennes, attribuées à la main de l'homme, p. 492. — Observations, p. 72, 474, 475, 695.
Laugel. Sur la géologie du département d'Eure-et-Loir, p. 316.
Loir-et-Cher. Nouveau gisement de vertébrés à Chitenay, p. 413.
Loire-Inférieure. Calcaire cristallin traversé par la pegmatite à Montoir, p. 20. — Existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien, p. 789.
Lory. Calcaire cristallin traversé par la pegmatite à Montoir (Loire-Inférieure), p. 20. — Sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais, p. 21. —Nouveaux documents, p. 177.—Sur un gisement de Nummulites en Maurienne, et considérations sur l'usage des caractères stratigraphiques dans les Alpes, p. 481. — Gisement de la craie blanche dans la vallée d'Entremont, p. 796. — Sur les renversements de stratification dans le Jura et les Alpes, p. 870. — Observation, p. 844.

M

Marcel de Serres. Des espèces perdues et des races qui ont disparu des lieux qu'elles habitaient primitivement, depuis ou avant notre existence, p. 262.
Marne. Gisement des fossiles des sables moyens de Verneuil, p. 499.
Marne (Haute-). Fossiles d'eau douce néocomiens, p. 425.
Martin. Existence de l'infra-lias à Besançon, p. 842, 864.
Martins. Sur quelques lois géométriques de l'ostéologie des membres, applicables à la paléontologie des mammifères, des oiseaux et des reptiles, p. 132.
Melleville. Description géologique de la montagne de Laon, p. 710.
Membres nouveaux, p. 5, 51, 101, 130, 149, 153, 231, 268, 376, 457, 479, 682, 830, 855.
Métamorphisme. Analyse d'une roche du Grand-Saint-Bernard, p. 134. — Sur les calcaires plutonisés des Alpes apuennnes et du monte Pisano, p. 199. — *Id.* de la péninsule de Sorrento, p. 93.
Meugy. Observation, p. 333.
Michel. Coupe du terrain silurien de Domfront (Orne), p. 698.
Michelin. Observations, p. 76, 844.
Michelot. Observations, p. 333, 476.
Microscope. Son application à l'étude de la géologie physique, p. 571.
Minéralogie. Explorations en Russie, p. 232.
Morlot. Études géologico-archéologiques en Danemark et en Suisse, p. 827.
Mortillet (de). Age des sables à silex et marnes bigarrées de la Perte-du-Rhône, p. 119.

N

Naples (Royaume de). Sur les calcaires plutonisés de la péninsule de Sorrento, p. 93.
Naranjo y Garza et Penuelas. Phosphorite de Logrosan (Estramadure), p. 157.
Nicklès. Sur les eaux de Plombières, p. 15.
Nièvre. Dépôts à oolithes ferrugineuses, p. 422. — Coïncidence des sources minérales avec les failles, p. 124.
Normandie. Du terrain jurassique supérieur (Oxf.-Port.) sur les côtes de la Manche, p. 300.

O

Oise. Sur la carte géologique, p. 269. — Éléphant et hache d'une sablière de Précy, p. 55.
Omalius d'Halloy (d'). Observation, p. 156.
Orbigny (Ch. d'). Diluvium coquillier

de Vincennes (Seine), p. 18. — Age véritable des poudingues de Nemours (Seine-et-Marne), et des sables coquilliers d'Ormoy (Seine-et-Oise), et diluvium parisien lacustre, p. 34. — Sur le diluvium lacustre de Joinville (Seine), p. 68. — Observation, p. 112.

Orne. Coupe du terrain silurien de Domfront, p. 698.

Os fossiles, portant des empreintes ou entailles anciennes attribuées à la main de l'homme, p. 492.

Ostéologie des membres. Sur quelques lois géométriques applicables à la paléontologie des mammifères, des oiseaux et des reptiles, p. 132.

P

Parandier. Bassins fermés dans le département du Doubs, p. 864. — Observation, p. 836.

Paris (*Bassin de*). Division de son grès vert inférieur et ses rapports avec le groupe wealdien et le lower greensand de l'Angleterre, p. 736. — Sur l'étage éocène moyen, p. 137.

Parran. Sondages triasiques et houillers du Gard, p. 115.

Pas-de-Calais. Ostrea Leymerii à Wissant, p. 30.

Passy. Sur la carte géologique de l'Oise, p. 269.

Penuelas et Naranjo y Garza. Phosphorite de Logrosan (Estramadure), p. 157.

Perron. Sur le calcaire à Astartes, p. 853.

Phosphorite de Logrosan (Estramadure), p. 157.

Planches du Bulletin. I, p. 78; II, p. 149; III, p. 232; IV, p. 333; IV *bis*, p. 380; V, p. 387; VI-VIII, p. 526; IX, p. 596; X, XI, p. 693. — *Figures sur bois.* Coupes : p. 21, 22, 31, 39, 41, 67, 76-78, 94-96, 99, 108, 126, 130, 154, 155, 159, 165, 167, 170, 172, 180, 200-203, 206, 208, 215, 219, 221, 225, 321, 339-342, 344, 347, 349, 352, 354, 355, 358, 465, 496, 511, 512, 515, 521, 524, 687, 689, 696, 697, 700, 712, 794, 799, 804. Fossiles, p. 133. — Silex taillés, p. 690.

Ponzi. Ossements fossiles humains de Rome, p. 431.

Prusse rhénane. Sur la craie de Maestricht et les fossiles de cette localité, p. 61, 423, 459.

Pseudomorphoses. Recherches sur ces accidents, p. 556.

Puggaard. Sur les calcaires plutonisés de la péninsule de Sorrento, p. 93. — *Id.* des Alpes apuennes et du monte Pisano, p. 199.

Pumpelly. Trace de glaciers dans l'île de Corse, p. 78.

R

Raincourt (de). Gisement de fossiles des sables moyens, de Verneuil (Marne), p. 499.

Raulin. Sur les Almyros de la Crète, p. 504.

Renevier. Sur le terme *portlandien*, p. 853. — Sur les couches de Purbeck, p. 862. — Observations, p. 837, 844.

Rollet. Observation, p. 844.

Russie. Explorations minéralogiques, p. 232. — Minerai de fer de Kertch, p. 238.

S

Sæmann. Observation, p. 861.

Sandberger. Age des couches tertiaires du bassin de Mayence, p. 153.

Saône (*Haute-*). Réunion extraordinaire de la Société à Gray; calcaire à Astartes, p. 847, 853. — Kimmeridge-clay, p. 848; Portlandstone, p. 858, 861. — Étage néocomien, p. 859. — Échinides portlandiens, p. 866.

Saône-et-Loire. Composition géologique du sol des environs de Mâcon, et dénudations de cette contrée, p. 507.
SARSWOOD. Du cérium oxydé, p. 478.
Seine. Marne marine du gypse à Romainville, p. 600. — Diluvium coquillier de Vincennes, p. 18. — Diluvium lacustre de Joinville, p. 34, 68.
Seine-et-Marne. Age véritable des poudingues de Nemours, p. 34, 52. — Leur mode de formation, p. 695.
Seine-et-Oise. Schistes à Lucines dans le gypse d'Argenteuil, p. 812. — Age véritable des sables coquilliers d'Ormoy, p. 34, 52, 107. — Sur le travertin de Champigny et sur les couches entre lesquelles il est compris, p. 800.
Sicile. Nouvelles grottes ossifères, p. 680, 684.
Silex taillés. Haches celtiques et éléphants à Givry (Ardennes), p. 573. — Silex du diluvium d'Abbeville et d'Amiens, p. 17, 18, 72, 103. — Hache et éléphant d'une sablière de Précy (Oise), p. 55. — Silex taillés de Châtillon-sur-Seine, p. 489.
Sociétés savantes, etc. Statistique méthodique de leurs publications, p. 421.
Somme. Silex travaillés du diluvium d'Abbeville et d'Amiens, p. 17, 72. — Diluvium à silex taillés, p. 18, 103.
SORBY. Action prolongée de la chaleur et de l'eau sur différentes substances, p. 568. — Application du microscope à l'étude de la géologie physique, p. 571.
SOULIER. Sur la carte géologique et hydrographique du canton de Dieu-le-Fit (Drôme), p. 845. — Fontaine ardente à Buis-les-Baronnies (Drôme), p. 846.
Suisse. Analyse d'une roche métamorphique du Grand-Saint-Bernard, p. 134. — Sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes, p. 387. — Age des sables à silex et des marnes bigarrées de la Perte-du-Rhône, p. 119. — Habitations lacustres, p. 828. — Eau minérale et roche iodurée de Saxon en Valais, p. 381.
Surface du globe. Sur la symétrie et l'épaisseur de la croûte terrestre à différentes époques géologiques, p. 433.

T

Terrains d'alluvion. Diluvium à silex taillés de la Somme, p. 17, 18, 72, 103. — Diluvium coquillier de Vincennes (Seine), p. 18. — Diluvium lacustre de Joinville, p. 34, 68. — Réplique à M. Gras sur le terrain quaternaire de l'Alsace, p. 82. — Habitations lacustres en Suisse, p. 828.
Terrain anthracifère. Grès de la Maurienne et du Briançonnais, p. 21. — Nouveaux documents, p. 177.
Terrain carbonifère. Sondages dans le Gard, p. 115.
Terrain crétacé. Sur la craie de Maestricht et les fossiles de cette localité, p. 61, 423, 459. — Division du grès vert du bassin de Paris et ses rapports avec le groupe wealdien et le lower greensand de l'Angleterre, p. 736. — *Ostrea Leymerii* à Wissant, p. 30. — Terrain crétacé de l'Oise, p. 269. — *Id.* d'Eure-et-Loir, p. 318. — Fossiles d'eau douce néocomiens de la Haute-Marne, p. 425. — Étage néocomien près de Dax (Landes), p. 241. — Gisement de la craie blanche dans la vallée d'Entremont (Savoie), p. 796. — Terrain crétacé du pays basque espagnol, p. 335, 348, 355. 360.
Terrain dévonien. Existence de trois étages distincts dans celui de la Basse-Loire, p. 789. — Calcaire dévonien de Visé, p. 58.
Terrain jurassique. Sur le calcaire à Astartes, p. 853. — Sur le terme *portlandien*, p. 853, 854. — Sur les couches de Purbeck, p. 862. — Terrain jurassique supérieur (Oxf.-Port.) sur les côtes de la Manche en Normandie, p. 300. — Modifications de l'étage callovien et preuves de son existence à Châtel-Censoir (Yonne), p. 161. — Relations entre le coral-rag de l'Yonne et celui de Besançon, p. 841. — Exploration de celui du Doubs par la Société, p. 821 à 873. — *Id.* de celui des environs de Gray (Haute-Saône), par la Société. p. 847

à 861. — Terrain jurassique des environs de Mâcon, p. 509. — Du pays basque espagnol, p. 345, 359.
Terrain nummulitique. Sur un gisement de Nummulites en Maurienne, p. 481. — Terrain nummulitique du pays basque espagnol, p. 352, 367.
Terrain primitif. Calcaire cristallin traversé par la pegmatite à Montoir (Loire-Inférieure), p. 20. — Terrain primitif de la Nouvelle-Zélande, p. 191.
Terrain silurien. Coupe de Domfront (Orne), p. 698. — Fossiles trouvés dans le Brabant, p. 495. — Colonies dans celui du bassin de la Bohême, p. 602. — Observations sur la faune primordiale, p. 542. — Existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique, p. 516. — Ses fossiles, p. 526. — Terrain primaire de la Nouvelle-Zélande, p. 193.
Terrain tertiaire. Age des couches du bassin de Mayence, p. 153. — Sur l'etage éocène moyen du bassin de Paris, p. 137. — Description géologique de la montagne de Laon, p. 710. — Terrain tertiaire de l'Oise, p. 273. — Gisement de fossiles des sables moyens de Verneuil (Marne), p. 499. — Marne marine du gypse à Romainville (Seine), p. 600. — Schistes à Lucines dans le gypse d'Argenteuil, p. 812. — Sur le travertin de Champigny et sur les couches entre lesquelles il est compris, p. 800. Age véritable des poudingues de Nemours (Seine-et-Marne), et des sables coquilliers d'Ormoy (Seine-et-Oise), p. 34, 52. — Mode de formation des poudingues de Nemours, p. 695. — Terrain tertiaire d'Eure-et-Loir, p. 325. — Nouveau gisement de vertébrés à Chitenay (Loir-et-Cher), p. 413. — Sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes, p. 387. — Age des sables à silex et des marnes bigarrées de la perte du Rhône, p. 119. — Terrain tertiaire du pays basque espagnol, p. 341, 346, 369. — *Id.* de la Nouvelle-Zélande, p. 195.
Terrain triasique. Aux environs de Mâcon, p. 507. — Sondages dans le Gard, p. 115.
Terrains volcaniques de la Nouvelle-Zélande, p. 197.
Thomassy. Hydrologie du Mississipi, p. 242. — Hydrologie maritime et lignes d'équisalure de l'océan Atlantique, p. 666.
Toscane. Sur les calcaires plutonisés des Alpes apuennes et du monte Pisano, p. 199. — Age des lignites, p. 14.
Triger. Sur la craie de Maestricht, p. 104. — Observations, p. 423, 837.
Triger, de Verneuil et Collomb. Note sur une partie du pays basque espagnol, p. 333.
Trilobites. Nouvelles espèces, p. 526.

V

Végétaux fossiles. Flore des terrains silurien, dévonien et carbonifère inférieur, p. 187.
Verneuil (de). Observations, p. 100, 239, 262, 556, 573.
Verneuil (de) et Barrande. Fossiles de la faune primordiale de la chaîne cantabrique, p. 526.
Verneuil (de), Collomb et Triger. Note sur une partie du pays basque espagnol, p. 333.
Vézian. Sur l'étage oolithique inférieur du Doubs, p. 837.
Vibraye (de). Nouveau gisement de vertébrés à Chitenay (Loir-et-Cher), p. 413. — Ossements fossiles et mâchoire humaine des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne), p. 462. — Observations, p. 333, 475.
Vosges. Sur les eaux de Plombières, p. 15.

Y

Yonne. Modifications de l'étage callovien et preuves de son existence, à Châtel-Censoir, p. 161. — Relations entre son coral-rag et celui

de Besançon, p. 841. — Ossements fossiles et mâchoire humaine des grottes d'Arcy-sur-Cure, p. 462, 477.

Z

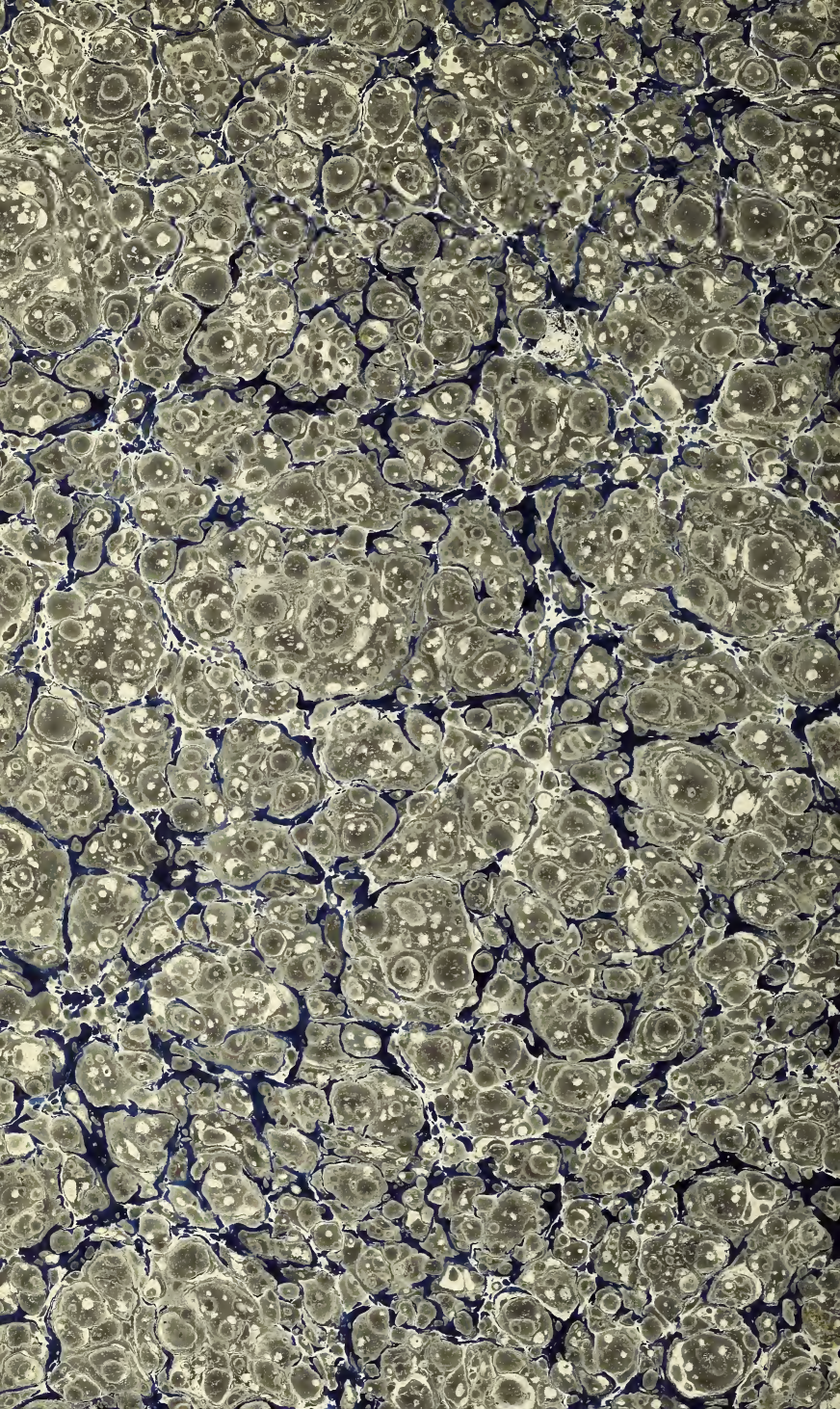
Zélande (*Nouvelle-*). Recherches géologiques à Tapaipoumamoa, p. 189.

FIN DE LA TABLE.

Liste des planches.

I, p. 78. Pumpelly, Carte montrant des traces de glaciers en Corse.
II, p. 149. Goubert, Échinides tertiaires des environs de Paris.
III, p. 232. Guillemin, Carte du bassin carbonifère du Donetz.
IV, p. 333. De Verneuil, Collomb et Triger. Carte géologique des provinces basques espagnoles.
IV bis, p. 380. Cotteau, *Heterocidaris Trigeri* de l'oolithe inférieure de la Sarthe.
V, p. 387. Benoît, Coupes des terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes.
VI,-VIII, p. 526. Barrande, Trilobites et Mollusques de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique.
IX, p. 569. Barrande, Troncature de Céphalopodes paléozoïques.
X, p. 693. Anca, Plan et coupe d'une grotte de Sicile.
XI, p. 693. Anca, Mammifères fossiles de cette grotte.

ERRATA.

Pages.	Lignes.	
267,	16,	*au lieu de :* Bouquetons, *lisez :* Bouquetins.
435,	6,	*au lieu de :* dans les cartes, *lisez :* sur les cartes.
	12,	*au lieu de :* mémoires géologiques *lisez :* mémoires académiques.
436,	38,	*au lieu de :* rives, *lisez :* rides.
437,	1,	*au lieu de :* entre elles, *lisez :* entre eux.
id.	23 et 24,	*au lieu de :* comparer des objets avec des bassins, *lisez :* comparer dans la configuration terrestre des objets de nature similaire aussi bien que dissimilaire, tels que des reliefs avec des cavités, des chaînes avec des bassins.
438,	15,	*au lieu de* : par les temps, *lisez :* pour les temps.
439,	23,	*au lieu de :* du pôle, *lisez :* au pôle.
id.	25,	*au lieu de :* de ce même pôle, *lisez :* à ce même pôle.
id.	29,	*au lieu de :* où, *lisez :* ou bien.
id.	32,	*au lieu de :* du pôle, *lisez :* au pôle.
447,	8,	*au lieu de :* Baikul, *lisez :* Baikal.
id.		*avant-dernière, au lieu de* : Pàtacbazardschik, *lisez :* Tatarbazardschik.
449,	32,	*au lieu de :* formes, *lisez :* forces.
454,	19,	*au lieu de :* ne sont pas, *lisez :* ne sont que.
455,	16,	*au lieu de :* de reconnaître, *lisez :* d'y reconnaître.
456,	1,	*au lieu de :* paraît, *lisez :* pourrait.
462,	16,	*au lieu de : Arcy-sur-Yonne, lisez : Arcy-sur-Cure.*
501,	19,	2e *colonne, au lieu de :* mactromya, *lisez :* macromya.
510,	22,	*au lieu de :* Lyon, *lisez :* Mâcon.
513,	33,	*au lieu de :* 1 à 2 mètres de diamètre, *lisez :* 1 à 2 millimètres de diamètre.
515,		*dernière, au lieu de : a'm* cos. 25°, *lisez : a'm :* cos. 25°.
573,	15,	*au lieu de :* Armand, *lisez :* Amand.
737,	40,	*au lieu de* : Coutances, *lisez :* Cousances.
739,	29,	*au lieu de :* exprime, *lisez :* exprima.
740,	5,	*au lieu de :* semble, *lisez :* sembla.
id.,	2	*de la note, effacez la virgule.*
741,	39,	*effacez le point d'interrogation.*
743,	39,	*au lieu de :* supérieures, *lisez :* supérieure.

Pages.	Lignes.	
744,	33,	*au lieu de :* 152, *lisez :* 352.
747,	6	*de la note, au lieu de :* 332, *lisez :* 432.
748,	14,	*au lieu de :* inférieur, *lisez :* supérieur.
id.	31,	*au lieu de :* 3e assise. *lisez :* 2e assise.
752,	14,	*au lieu de :* S.-O., *lisez :* S.-E.
767,	31,	*au lieu de :* remarquée, *lisez* : marquée.
769,	5,	*au lieu de :* 31, *lisez :* 32.
id.,	6,	*au lieu de :* 86, *lisez :* 87.
id.,	6,	*ajoutez à la fin de la ligne :* si ce n'est une seule (n° 87).
id.,	9 et 10,	*au lieu de :* néocomiens de France et d'Angleterre, *lisez :* néocomien de France et aptien d'Angleterre.
id.,	11,	*au lieu de :* nos 15 à 46, *lisez :* nos 24 à 46.
770,	3,	*au lieu de* : 21, *lisez* : 11.
id.	32,	*au lieu de* : qu'il n'y a, *lisez :* qu'il y a.
772,	n° 18	*du tableau, au lieu de :* Perna Mulleti, d'Orb., *lisez :* Perna Mulleti, Desh.
775,	10,	*au lieu de :* IX, *lisez :* IV.
776,	23,	*au lieu de :* (p. 594), *lisez :* (p. 294).
id.,	31,	*au lieu de :* IV, *lisez :* V.
777,	2,	*au lieu de :* à l'est, *lisez :* à l'ouest.
780,	11,	*au lieu de :* p. 331, *lisez :* p. 321.
783,	36,	*au lieu de :* Des, *lisez :* Les.
785,	9,	*au lieu de :* affleurement, *lisez* : affluent.
787,	19,	*au lieu de :* p. 207, *lisez :* 297.